Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians
Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens

Comptes-rendus du premier atelier de travail canadien sur les algues marines nuisibles. Centre des Pêches du Golfe, Moncton, N.-B. 27 et 28 Septembre 1989

Édités par S.S. Bates et J. Worms

Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1C 9B6

Décembre 1989

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No. 1712

Fisheries and Oceans Pêches et Océans

Canada

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques No. 1712

Décembre 1989

Comptes-rendus du premier atelier de travail canadien sur les algues marines nuisibles

Centre des Pêches du Golfe, Moncton, N.-B.
27 et 28 septembre 1989

Édités par

S.S. Bates et J. Worms

Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1C 9B6

90-02330/

ATELIER DE TRAVAIL CANADIEN SUR LES ALGUES MARINES NUISIBLES

Premier atelier

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1989

Cat. No. Fs 97-6/1712F ISSN 0706-6570

Citation correcte pour cette publication:

Bates, S.S. et J. Worms (Eds.). 1989. Comptes-rendus du premier atelier de travail canadien sur les algues marines nuisibles. Centre des Pêches du Golfe, Moncton, N.-B. 27 et 28 Septembre 1989. Rap. Tech. Can. Sci. Hal. Aquat. No. 1712: 64 p.

English version available (ISSN 0706-6457)

TABLE DES MATIÈRES

Résumé/Abstract iv

Introduction 1

Programme 2

Liste des présentations 8

Résumés 11

- Conférence d'ouverture 11
- Présentations orales 11
- Conférences invitées 26
- Présentation d'affiches 29

Rapports des président(e)s de session 33

- Conférence d'ouverture 33
- Session I 35
- Session II 36
- Session III 40
- Discussion/Débat 43

Programmes de recherche opérés par les agences fédérales et provinciales 45

- Conseil de recherche du Canada 45
- Santé et Bien-être Social 47
- Ministère des Pêches et des Océans 48
- Collége Vétérinaire de l'Atlantique/Université de l'Île-du-Prince-Édouard 49
- Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Île-du-Prince-Édouard 50

Conclusions 51

Liste des participants 54

Index par auteur 64

RÉSUMÉ

Le premier Atelier de travail canadien sur les algues marines nuisibles s'est tenu les 27 et 28 septembre 1989 au Centre des Pêches du Golfe, à Moncton, Nouveau-Brunswick, à l'invitation de la Région du Golfe du Ministère des Pêches et des Océans. Le thème de ce premier atelier était: "Les phycotoxines marines dans les eaux canadiennes: production et devenir". L'Atelier était organisé en trois sessions:

1. Production des phycotoxines marines;
2. Devenir des phycotoxines marines dans la réseau alimentaire et dans l'environnement; et
3. Aspects non-biologiques des phycotoxines marines.

Les présents comptes-rendus contiennent les résumés des 23 présentations orales et des huit affiches, les rapports sur la conférence d'ouverture, les trois sessions et la discussion-débat, un aperçu des programmes mis en place par diverses agences fédérales et provinciales, les priorités de recherche qui se sont dégagées de l'atelier et une liste des participants.

ABSTRACT

The first Canadian Workshop on Harmful Marine Algae was hosted by the Department of Fisheries and Oceans, Gulf Region, at the Gulf Fisheries Centre in Moncton, New Brunswick, on September 27 - 28, 1989. The theme of this first workshop was "Marine Phycotoxins in Canadian Waters: their Production and Fate". The workshop was divided into three sessions:

1. Production of marine phycotoxins,
2. Fate of marine phycotoxins in the food web and the environment, and
3. Non-biological aspects of marine phycotoxins.

The proceedings consist of abstracts of 23 oral and 8 poster presentations, summaries of the keynote address, three sessions and panel discussion, outlines of research programs operated by federal and provincial agencies, research priorities derived from the workshop, and a list of participants.

INTRODUCTION

Le premier Atelier de travail canadien sur les algues marines nuisibles, organisé par le Ministère des Pêches et des Océans (MPO), s'est tenu les 27 et 28 Septembre 1989, au Centre des Pêches du Golfe, à Moncton, Nouveau-Brunswick. Plus de 130 participants de 8 provinces et 6 états y ont prit part. Cet atelier sera organisé annuellement, à tour de rôle, par les régions administratives du MPO qui sont impliquées dans la recherche sur les phycotoxines marines. Chaque atelier aura un thème particulier. Le sujet choisi pour cette première édition était : "Les phycotoxines marines dans les eaux canadiennes : production et devenir". Le principe de base de ces atelier est décrit dans les Termes de référence rédigés par le Groupe de travail sur les phycotoxines, un comité ad-hoc composé de représentants de 6 régions administratives du MPO :

> "À la suite de la crise des moules toxiques de l'est de l'Î.P.E. en 1987, et considérant l'intérêt grandissant de la communauté scientifique pour le domaine des toxines marines et autres effets néfastes des efflorescences alguales, le besoin se fait sentir d'établir un mécanisme pour (a) promouvoir l'échange d'informations scientifiques nouvelles sur les algues marines nuisibles et leurs effets, (b) favoriser le développement de programmes de recherche collaboratif et co-opératif, et (c) encourager les nouvelles initiatives de recherche. Étant donné que ces programmes sont opérés par des individus et des équipes de disciplines variées, et affiliés à des institutions gouvernementales, universitaires ou privées, l'interface se doit d'être informelle et souple pour permettre la participation de toute personne qui aurait une contribution à faire ou une idée à partager."

Le comité d'organisation de ce premier atelier s'est efforcé de réaliser ces objectifs. Nous avons eu la chance d'obtenir la participation d'un grand nombre de chercheurs et de représentants de l'industrie, intéressés au problème. Nous sommes aussi reconnaissants aux auteurs pour la grande qualité des 23 présentations orales et des 8 affiches. Nous remercions aussi le bureau du Directeur régional des sciences, ainsi que la Direction des communications du Centre des Pêches du Golfe pour leur collaboration.

Dans les pages qui suivent, vous trouverez les résumés de la conférence d'ouverture et des présentations, les rapports des trois sessions et de la discussion/débat, les grandes lignes des programmes de recherche opérés par diverses agences fédérales et provinciales, les priorités de recherches telles qu'elles se sont dégagées de l'ensemble de l'atelier, et la liste des participants.

Stephen S. Bates, Organisateur
Premier Atelier de travail canadien sur les algues marines nuisibles

PROGRAMME

27 SEPTEMBRE 1989

9:00 - 9:15 **Mot de bienvenue**
E.R. (Ted) Gaudet, Directeur général, Région du Golfe
MPO, Centre des Pêches du Golfe, Moncton, N.-B.

9:15 - 9:30 **Ouverture officielle**
Barry S. Muir, Directeur général
Sciences biologiques, MPO, Ottawa, Ontario

9:30 - 10:15 **Conférence d'ouverture**
L'épidémie globale d'efflorescences d'algues nuisibles dans les océans : causes apparentes et conséquences.
Theodore J. Smayda, University of Rhode Island, Kingston, Rhode Island (USA)

10:15 - 10:35 ***Pause café***

SESSION I - Production des phycotoxines marines

Présidée par Greta Fryxell, Texas A&M University (USA)

10:35 - 10:55 Distribution de *Nitzschia pungens* dans les eaux côtières de la Colombie Britanique.
Roderick Forbes, Institut des sciences de l'océan
MPO, Sidney, Colombie Britanique (Canada)

10:55 - 11:10 Production d'acide domoïque dans la Baie Passamaquoddy, Nouveau-Brunswick.
Jennifer Martin, Station Biologique de St. Andrews
MPO, St. Andrews, Nouveau-Brunswick (Canada)

11:10 - 11:25 L'acide domoïque dans les moules, *Mytilus edulis,* de la Baie Passamaquoddy, Nouveau-Brunswick.
Les Burridge, Station biologique de St. Andrews
MPO, St. Andrews, Nouveau-Brunswick (Canada)

11:25 - 11:45 Dynamique des efflorescences et production d'acide domoïque par la diatomée *Nitzschia pungens* dans l'est de l'Île-du-Prince-Édouard au cours de l'automne 1988 et à la fin de l'été 1989.
John C. Smith, Centre des Pêches du Golfe
MPO, Moncton, Nouveau-Brunswick (Canada)

11:45 - 12:05 Aperçu du programme de suivi du phytoplancton dans la zone Atlantique.
Donald Gordon, Jr., Institut Océanographique de Bedford
MPO, Dartmouth, Nouvelle Écosse (Canada)

12:05 - 13:30 ***Pause dîner***

13:30 - 14:30 **SESSION I (suite)**

Présidée par Irwin Judson, Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard (Canada)

3:30 - 13:50 L'acide domoïque : quelques considérations d'ordre bioiogique et écologique touchant la production de ce métabolite secondaire neurotoxique par la diatomée *Nitzschia pungens.*
Anthony de Freitas, Laboratoire de recherche de L'Atlantique
CNR, Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

13:50 - 14:10 Facteurs influant sur la production et le relarguage d'acide domoïque par la diatomée *Nitzschia pungens* : limitation par les éléments nutritifs et la lumière.
Stephen S. Bates, Centre des Pêches du Golfe
MPO, Moncton, Nouveau-Brunswick (Canada)

14:10 - 14:30 Production d'acide domoïque par la diatomée *Nitzschia pungens* en culture de masse.
Randall B. Angus, Station de recherche de Miminegash
MPO, Région du Golfe, Miminegash, Île-du-Prince-Édouard
(Canada)

SESSION II - Le devenir des phycotoxines marines dans le réseau alimentaire et l'environnement

Présidée par David Scarratt, MPO, Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

14:30 - 14:50 Un bassin recirculé avec injection automatique de phytoplancton pour l'étude des besoins nutritionnels des bivalves.
David Wildish, Station biologique de St. Andrews
MPO, St. Andrews, Nouveau-Brunswick, (Canada)

14:50 - 15:10 ***Pause café***

15:10 - 15:30 Distribution anatomique des toxines de l'IPM dans les myes.
Jennifer Martin, Station biologique de St. Andrews
MPO, St. Andrews, Nouveau-Brunswick, (Canada)

15:30 - 15:50 Distribution des toxines de l'IPM dans des moules cultivées à Deadman's Harbour (Nouveau-Brunswick).
Katsuji Haya, Station biologique de St. Andrews
MPO, St. Andrews, Nouveau-Brunswick, (Canada)

15:50 - 16:10 Toxines de l'IPM Dans les maquereaux, *Scomber scombrus*, du sud-ouest de la baie de Fundy (Canada).
Brenda Walwood, Station biologique de St. Andrews
MPO, St. Andrews, Nouveau-Brunswick, (Canada)

16:10 - 16:30 Neurotoxines et mécanismes physiologiques des voies de transmission ioniques.
Carl Boyd, Départment d'océanographie
Dalhousie University, Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

28 SEPTEMBRE 1989

8:30 - 10:00 **SESSION II (suite)**

Présidée par John C. Smith, Centre des Pêches du Golfe, MPO, Moncton, Nouveau-Brunswick (Canada)

8:30 - 8:50 Stimulation de l'absorption de l'acide domoïque et de la dépuration chez la moule, *Mytilus edulis*.
Irené Novaczeck, Collège vétérinaire de l'Atlantique
Université de l'Î.-P.-É., Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard (Canada)

8:50 - 9:10 Progrès récents dans la compréhension des mécanismes d'absorbtion et de dépuration de l'acide domoïque par la moule.
David J. Scarratt, DFO, Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

9:10 - 9:30 Sujets sélectionnés de la 4ème Conférence internationale sur le phytoplancton marin toxique.
Ewen Todd, Bureau des risques microbiens, Direction de la protection de la santé, Santé et Bien-Être Social Canada, Ottawa (Canada)

9:30 - 10:00 Revue des effets des efflorescences phytoplanctoniques sur les coquillages et l'aquaculture.
Sandra Shumway, Maine Department of Marine Resources
West Boothbay Harbor, Maine (USA)

10:00 -10:20 ***Pause café***

10:20 - 11:10 **PRÉSENTATION D'AFFICHES** (les auteurs seront présents)

SESSION III - Aspects non-biologiques des phycotoxines marines (Conférences invitées)

Présidée par Roger Foxall, Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de la Recherche du Canada, Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

11:10 - 11:40 Aspects reliés à la santé humaine.
Trish Perl, College of Medicine

The University of Iowa, Iowa City, Iowa (U.S.A.)

11:40 - 13:00 ***Pause dîner***

13:00 - 13:30 Le programme d'inspection du MPO : surveillance des phycotoxines.
Régis Bourque, Centre des Pêches du Golfe
MPO, Moncton, Nouveau-Brunswick (Canada)

13:30 - 13:50 Méthodes analytiques pour la détection des phycotoxines marines.
Allan B. Cembella, Institut Maurice Lamontagne
MPO, Mont-Joli, Québec (Canada)

13:50 - 14:15 Méthodes instrumentales pour l'analyse des toxines marines.
Michael A. Quilliam, Laboratoire de recherche de l'Atlantique,
Conseil National de la Recherche du Canada, Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

14:15 - 14:45 Le phytoplancton toxique et son impact sur la mytiliculture.
Wayne Somers, Président, P.E.I. Mussel Growers' Association
Murray Harbour, Île-du-Prince-Édouard (Canada)

14:45 - 15:15 **Brèves présentations des programmes de recherche operés par diverses agences fédérales et provinciales**

Conseil National de Recherche du Canada
Jeffrey L.C. Wright, Laboratoire de recherche de l'Atlantique,
Halifax, Nouvelle Écosse (Canada)

Santé et Bien-Être Social, Canada
Ewen Todd, Bureau des risques microbiens, Direction de la protection de la santé, Santé et Bien-Être Social Canada, Ottawa (Canada)

Ministère des Pêches et des Océans
Jean Worms, Centre des Pêches du Golfe,
Moncton, Nouveau-Brunswick (Canada)

Collège Vétérinaire de l'Atlantique, et Université de l'Île du Prince Édouard
M.S. Nijjar, Collège Vétérinaire de l'Atlantique,
Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard (Canada)

Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Î.P.E.
Irwin Judson, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard (Canada)

15:15 - 15:30 ***Pause café***

DISCUSSION/DÉBAT : Futures directions de recherche

Présidée par Aivars Stasko, Ministère des Pêches et des Océans
Ottawa, Ontario (Canada)

15:30 - 16:30 Discussion ouverte avec la participation des président(e)s de session et des conférencier(e)s invités.

16:30 **Clôture de l'atelier**

Note: Vous trouverez les noms des co-auteurs ainsi que leurs affiliations dans le recueil de résumés.

LISTE DES PRÉSENTATIONS
(dans l'ordre de présentation)

THEODORE J. SMAYDA
L'épidémie globale d'efflorescences d'algues nuisibles dans les océans : causes apparentes et conséquences. [Conférence d'ouverture] 11

J.RODERICK FORBES et KENNETH L. DENMAN
Distribution de *Nitzschia pungens* dans les eaux côtières de la Colombie Britanique 11

JENNIFER MARTIN et DAVID J. WILDISH
Production d'acide domoïque dans la Baie Passamaquoddy, Nouveau-Brunswick.....12

K. HAYA, L.E. BURRIDGE, J.L. MARTIN, et B.A. WAIWOOD
L'acide domoique dans les moules, *Mytilus edulis*, de la Baie Passamaquoddy, Nouveau-Brunswick.....12

JOHN C. SMITH, RANDALL ANGUS, KEVIN PAULEY, PARYSE CORMIER, STEPHEN BATES, LOUIS HANIC, JEAN WORMS, et THOMAS SEPHTON
Dynamique des efflorescences et production d'acide domoïque par la diatomée *Nitzschia pungens* dans l'est de l'Île-du-Prince-Édouard au cours de l'automne 1988 et à la fin de l'été 1989.....13

DONALD GORDON, JR.
Aperçu du programme de suivi du phytoplancton dans la zone Atlantique.....14

ANTHONY DE FREITAS, STEPHEN S. BATES, ROGER POCKLINGTON, et JEFFREY L.C. WRIGHT
L'acide domoïque : quelques considérations d'ordre biologique et écologique touchant la production de ce métabolite secondaire neurotoxique par la diatomée *Nitzschia pungens*.....14

STEPHEN S. BATES, ANTHONY DE FREITAS, ROGER POCKLINGTON, MICHAEL QUILLIAM, et JOHN C. SMITH
Facteurs influant sur la production et le relarguage d'acide domoïque par la diatomée *Nitzschia pungens* : limitation par les éléments nutritifs et la lumière.....15

RANDALL B. ANGUS, J.C. SMITH, M.F. STEPHENSON, S. MYERS, P. CORMIER, et S. BATES
Production d'acide domoïque par la diatomée *Nitzschia pungens* en culture de masse.....16

DAVID WILDISH et D.D. KRISTMANSON
Un bassin recirculé avec injection automatique de phytoplancton pour l'étude des besoins nutritionnels des bivalves.....16

JENNIFER L. MARTIN, ALAN W. WHITE, et JOHN J. SULLIVAN
Distribution anatomique des toxines de l'IPM dans les myes....17

K. HAYA, J.L. MARTIN, B.A. WAIWOOD, et L.E. BURRIDGE
Distribution des toxines de l'IPM dans des moules cultivées à Deadman's Harbour (Nouveau-Brunswick) 17

K. HAYA, J.L. MARTIN, B.A. WAIWOOD, L.E BURRIDGE, J.M. HUNGERFORD, et V. ZITKO
Toxines de l'IPM dans les maquereaux *Scomber scombrus* du sud-ouest de la baie de Fundy (Canada) 18

CARL M. BOYD
Neurotoxines et mécanismes physiologiques des voies de transmission ioniques....18

IRENÉ NOVACZECK
Stimulation de l'absorption de l'acide domoïque et de la dépuration chez la moule, *Mytilus edulis* 19

DAVID J. SCARRATT
Progrès récents dans la compréhension des méchanismes d'absorbtion et de dépuration de l'acide domoïque par la moule....19

EWEN TODD
Sujets sélectionnés de la 4ème Conférence internationale sur le phytoplancton marin toxique 20

SANDRA E. SHUMWAY
Revue des effets des efflorescences phytoplanctoniques sur les coquillages et l'aquaculture 25

TRISH PERL
Aspects reliés à la santé humaine. [Conférence invitée]....26

RÉGIS BOURQUE et ROLAND CORMIER
Le programme d'inspection du MPO : surveillance des phycotoxines [Conférence invitée]....27

ALLAN B. CEMBELLA
Méthodes analytiques pour la détection des phycotoxines marines. [Conférence invitée] 27

M.A. QUILLIAM, S. PLEASANCE, XIE MEI, J.C. MARR, et R. POCKLINGTON
Méthodes instrumentales pour l'analyse des toxines marines. [Conférence invitée]....28

WAYNE SOMERS
Le phytoplancton toxique et son impact sur la mytiliculture. [Conférence invitée]....28

CHRISTY DRAPER, LOUIS GAINEY, SANDRA E. SHUMWAY, et LYNDA SHAPIRO
Effets d'*Aureococcus anophagefferens* ("marée brune") sur les cils latéraux de cinq espèces de mollusques bivalves. [Affiche] 29

SANDRA E. SHUMWAY, JANEEN BARTER, et SALLY SHERMAN-CASWELL
Les huîtres sont-elles immunisées contre les proliférations d'algues toxiques? [Affiche] 29

MICHAEL W. GILGAN, B. GARTH BURNS, et GARY J. LANDRY
Contamination des mollusques et crustacés des provinces de l'Atlantique par l'acide domoïque, en 1988. [Affiche] 30

LOUIS A. HANIC et ROLAND CORMIER
Nitzschia pungens et les concentrations d'acide domoïque dans les moules de l'est de l'Île-du-Prince-Édouard, de novembre 1988 à février 1989. [Affiche].....30

DANIEL MACPHEE, D. FRIESEN, L.A. HANIC, et D.E. SIMS
Ultrastructure de *Nitzschia pungens* forma *multiseries* (Grun ex Hasle). [Affiche].....31

CAROLYN BIRD, J.L. MARTIN, et L. MARANDA
Les diatomées productrices d'acide domoïque. [Affiche].....31

JEAN WORMS, LOUIS HANIC, JOHN C. SMITH, et KEVIN PAULEY
Distribution des espèces phytoplanctoniques toxiques dans les eaux côtières du sud du Golfe du St. Laurent. [Affiche] 32

ANTHONY WINDUST et JEFFREY L.C. WRIGHT
Effets de l'acide domoïque sur le zooplankton. [Affiche].....32

Note : Les présentations orales ont été faites par les auteurs dont les noms sont soulignés.

RÉSUMÉS

CONFÉRENCE D'OUVERTURE

CAUSES APPARENTES ET CONSÉQUENCES DE L'ÉPIDÉMIE GLOBALE D'EFFLORESCENCES D'ALGUES NUISIBLES DANS LES OCÉANS

Theodore J. Smayda

Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, RI 02881, U.S.A.

Des données sont présentées montrant que la prolifération d'algues marines nuisibles est un phénomène mondial en progression, dont la fréquence augmente, et qui met en jeu un nombre accrû d'espèces. Les causes exactes de la prolifération d'une espèce donnée varient selon la nature de cette dernière, selon la région et selon la saison. Il semble qu'il y ait un lien entre l'accroissement de la production primaire annuelle et l'augmentation des poussées phytoplanctoniques inhabituelles, souvent nuisibles. Il arrive aussi que les espèces prédominantes ou le groupe fonctionnel prédominant changent, et qu'il s'ensuive d'importantes poussées les années suivantes. Des observations faites dans la mer du Nord, le Waddenzee, le Kattegat, la mer Baltique et la mer Noire sont présentées pour illustrer le lien apparent entre l'augmentation de la production primaire et l'accroissement des poussées d'algues qui s'observent parallèlement. Cette association semble traduire une réaction à deux caractères de base associés à l'augmentation de la production primaire. On note qu'au point de vue chimique, l'environnement change progressivement, et plus particulièrement le rapport N:P:Si. Il se peut aussi que l'augmentation progressive de la production primaire soit un phénomène de déséquilibre modifiant l'organisation de la communauté et la structure de la niche écologique du phytoplancton et favorisant la prolifération d'espèces immigrantes éphémères ou durables, et de composantes indigènes. La réorganisation de la communauté et la prolifération qui s'ensuivent présentent des caractères indicateurs d'un déséquilibre trophique.

PRÉSENTATIONS ORALES

DISTRIBUTION DE *Nitzschia pungens* DANS LES EAUX CÔTIÈRES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

J. Roderick Forbes et Kenneth L. Denman

Ministère des Pêches et des Océans, Institut des Sciences de l'Océan, B.P. 6000, Sidney, B.C. V8L 4B2

Nous avons examiné les données recueillies sur la distribution de *Nitzschia pungens* dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique de 1980 à 1988. L'échantillonnage ne s'est fait que d'avril à octobre. *N. pungens* se trouve partout dans la zone de la plate-forme continentale, le plus souvent comme composante mineure des grandes populations de diatomées qui apparaissent au large de la côte sud-ouest de l'Île de Vancouver à la fin de juillet et en août. C'est parfois l'espèce prédominante

à la fin de ces périodes de prolifération. Elle est moins répandue dans le détroit de Géorgie et plus sporadique au nord de l'Île de Vancouver. Les concentrations maximales mesurées ont été de 1 x 10^6 cellules.L^{-1} dans le détroit d'Hécate au début de juillet 1983, et de 5 x 10^5 cellules.L^{-1} au large de la côte sud-ouest de l'Île de Vancouver à la fin d'août 1986. L'analyse discriminante a révélé que les échantillons contenant *N. pungens* se distinguent de ceux où il n'y en a pas par leur plus forte teneur en chlorophylle et leur teneur moindre en nitrate, ainsi que par une plage de salinité moins étendue. Il n'a pas été possible de séparer les deux ensembles d'échantillons l'un de l'autre d'après la profondeur ou la température. Au microscope électronique à balayage, on a constaté qu'on trouve tant la forme *pungens* que la forme *multiseries* dans la région. A l'heure actuelle, on essaie d'obtenir suffisamment de matériel pour la détection d'acide domoïque.

PRODUCTION D'ACIDE DOMOÏQUE DANS LA BAIE PASSAMAQUODDY AU NOUVEAU-BRUNSWICK

Jennifer L. Martin et David J. Wildish

Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0

De l'acide domoïque a été détecté dans des myes (*Mya arenaria*) et des moules (*Mytilus edulis*) de la région de la baie Passamaquoddy, entre la fin juillet et octobre 1988. La concentration de toxine dépassait la valeur acceptable pour la récolte à Chamcook Harbour, Pottery Cove, Northern Harbour, McCann's Cove et dans la rivière Magaguadavic. La diatomée *Nitzschia pseudodelicatissima* était l'organisme le plus abondant observé, entre août et octobre, dans les échantillons d'eau prélevés chaque semaine à la surface, ainsi qu'à 10 m et 1 m du fond dans 17 points de prélèvements de la région des îles Fundy. Les concentrations maximales ont été mesurées au cours de la dernière semaine de septembre : on a trouvé 1,8 x 10^7 cellules.L^{-1} dans des échantillons prélevés au large des îles Wolves, et 9,6 x 10^6 cellules.L^{-1} dans les eaux côtières à Chamcook Harbour. D'après les résultats des analyses et des expériences de culture de phytoplancton provenant des zones touchées, *N. pseudodelicatissima* serait une source importante d'acide domoïque.

L'ACIDE DOMOÏQUE DANS LES MOULES, *Mytilus edulis*, DE LA BAIE PASSAMAQUODDY AU NOUVEAU-BRUNSWICK (CANADA)

K. Haya, L.E. Burridge, J.L. Martin et B.A. Waiwood

Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0

Des moules (*Mytilus edulis*) ont été cultivées en suspension sur filières à Brandy Cove et Deadman's Harbour de mai à novembre 1988. Des échantillons de cette population, ainsi que d'une population sauvage de la zone intertidale à Chamcook Harbour, ont été régulièrement prélevés et analysés pour la présence d'acide domoïque. Cette toxine a été détectée dans les moules de Brandy Cove et de Chamcook Harbour du 15 août au 10 octobre. Il n'y en avait pas dans les moules de Deadman's Harbour. La concentration d'acide domoïque dans les glandes digestives des moules

était de 90 µg.g^{-1} à Chamcook Harbour (27 septembre) et de 160 µg.g^{-1} de poids frais à Brandy Cove (19 septembre). L'acide domoïque est distribué comme suit dans la moule : 96,5 % dans la glande digestive; 2,4 % dans les branchies et concentration nulle dans le manteau, les gonades et le pied. Une concentration de 3,5 µg.g^{-1} de poids frais a été mesurée dans du plancton prélevé à Chamcook Harbour le 30 septembre. Enfin, la concentration d'acide domoïque dans des myes (*Mya arenaria*) prélevées le 26 septembre à Chamcook Harbour était de 80 µg.g^{-1} de poids frais .

DYNAMIQUE DES EFFLORESCENCES ET PRODUCTION D'ACIDE DOMOÏQUE PAR LA DIATOMÉE *NITZSCHIA PUNGENS* DANS L'EST DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD AU COURS DE L'AUTOMNE 1988 ET À LA FIN DE L'ÉTÉ 1989

John C. Smith[1], Randall Angus[2], Kevin Pauley[1], Paryse Cormier[1], Stephen Bates[1], Louis Hanic[3], Jean Worms[1] et Thomas Sephton[1]

[1]Ministère des Pêches et des Océans, Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6; [2]MPO, Station de recherche de Miminegash, Miminegash, Î.-P.-É. C0B 1S0; [3]Département de biologie, Université de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Î.-P.-É. C1A 4P3

Comme en 1987, *Nitzschia pungens* a proliféré dans l'est de l'Île-du-Prince-Édouard en automne 1988. Cette efflorescence contenaient de l'acide domoïque, et était reliée à la toxification des moules cultivées due à cette toxine. La chronologie de ces poussées de *N. pungens* est décrite et la relation entre la prolifération de cet organisme et l'accumulation d'acide domoïque par les moules, ainsi que leur dépuration sont examinées. La surveillance de la population phytoplanctonique a permis de détecter les premiers signes de l'accumulation imminente d'acide domoïque chez les moules. Si l'on en juge par les changements physiques, chimiques et météorologiques concomitants, la prolifération a d'abord été limitée par l'apport d'azote, puis elle a diminué en hiver à cause de la baisse de la température et de l'énergie lumineuse. Une corrélation a été établie entre l'apport initial d'azote et le régime des pluies et des vents, mais il reste à déterminer précisément l'origine de l'azote et la nature du mécanisme mis en jeu.

À compter du début d'août 1989, *N. pungens* a proliféré dans l'est de l'Île-du-Prince-Édouard et dans la baie New London (dans le nord de l'Î.-P.-É.) et a, jusqu'à présent, persisté. Jusqu'ici, il y a eu deux poussées distinctes dans la plupart des secteurs. Lors des premières, les cellules étaient abondantes (jusqu'à 1 million de cellules.L^{-1} dans la baie New London le 9 août), mais on n'a détecté de l'acide domoïque que durant la phase de déclin, qui s'est terminée vers le 24 août. La deuxième poussée a commencé après les grands vents du 25 août et, bien qu'il y ait eu moins de cellules en période de prolifération maximale (on a compté un maximum de 150 000 cellules.L^{-1} dans la rivière Brudenell, le 29 août), on a détecté des quantités mesurables d'acide domoïque dans la plupart des secteurs. Les poussées de cette seconde série ont considérablement diminué, mais il reste des quantités significatives de *N. pungens* dans la colonne d'eau (de 9 000 à 60 000 cellules.L^{-1}, dépendant des secteurs) et, si les conditions devenaient propices, elles pourraient rapidement donner lieu à un important phénomène de toxicité.

APERÇU DU PROGRAMME DE SUIVI DU PHYTOPLANCTON DANS LA ZONE ATLANTIQUE

Donald C. Gordon, Jr.

Division de l'écologie de l'habitat, Ministère des Pêches et des Océans, Région Scotia-Fundy, Institut Océanographique de Bedford, B.P. 1006, Dartmouth, N.É. B2Y 4A2

Pour être mieux en mesure de prévoir la prolifération d'algues toxiques dans les eaux côtières de la région atlantique canadienne, il faut en savoir davantage sur l'évolution saisonnière de la composition du phytoplancton et contrôler les processus physiques et chimiques mis en jeu. En 1987, la station biologique de St. Andrews à mis sur pied un programme de surveillance du phytoplancton dans la région de Quoddy. Ce programme a pris de l'expansion en 1988, lorsque d'autres laboratoires du Ministère des Pêches et des Océans (MPO) ont ajouté des stations de surveillance sur la côte atlantique et dans le Golfe du Saint-Laurent. Les scientifiques des services du MPO des régions du Golfe, de Québec et de Scotia-Fundy participant au programme se sont réunis à plusieurs reprises pour uniformiser leurs méthodes afin que leurs données puissent être comparées. Des échantillonnages sont faits toutes les semaines en été et tous les mois en hiver. En plus de déterminer quelles espèces sont présentes dans le phytoplancton, on mesure régulièrement diverses variables, notamment la température, la salinité et la teneur en chlorophylle et en matières nutritives. Le programme devrait durer au moins trois ans.

L'ACIDE DOMOÏQUE : QUELQUES CONSIDÉRATIONS D'ORDRE BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE TOUCHANT LA PRODUCTION DE CE MÉTABOLITE SECONDAIRE NEUROTOXIQUE PAR LA DIATOMÉE *Nitzschia pungens*

Anthony de Freitas[1], Stephen S. Bates[2], Roger Pocklington[3], et Jeffrey L.C. Wright[1]

[1]Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de Recherche du Canada, 1411 Oxford St., Halifax, N.É. B3H 3Z1; [2]Ministère des Pêches et des Océans, Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6; [3]Ministère des Pêches et des Océans, Région Scotia-Fundy, Institut Océanographique de Bedford, B.P. 1006, Dartmouth, N.É. B2Y 4A2

La biosynthèse, l'utilisation, l'accumulation et la libération d'un grand nombre de métabolites de faible masse moléculaire et de structures différentes sont des phénomènes courants dans le cycle cellulaire normal des algues microscopiques. On considère, par exemple, les acides gras libres et les acides aminés intracellulaires comme des métabolites "primaires" qui remplissent des fonctions définies au niveau du maintien de l'homéostase cellulaire. L'acide domoïque, l'acide okadaïque et diverses autres phycotoxines sont des métabolites dits "secondaires", car ils ne sont pas toujours présents dans les cellules et ne semblent pas intervenir directement dans l'homéostase. L'acide domoïque, en tant que produit azoté du métabolisme des acides aminés, est un métabolite secondaire d'un genre particulièrement intéressant. On commence juste à comprendre les facteurs qui en régissent la production chez la diatomée *Nitzschia pungens*. Cet organisme a été cultivé en laboratoire dans des conditions assez variées : la production d'acide domoïque ne s'observe que dans les cellules en phase de division non active comme celles des cultures forcées dans un état stationnaire par limitation des silicates, toutes les autres substances nutritives, et notamment les nitrates, restant en excès. Les

cellules en phase stationnaire restent viables plusieurs semaines et continuent, pendant ce temps, à élaborer de l'acide domoïque et à le libérer dans le milieu. Nous avançons l'hypothèse que la production d'acide domoïque par *Nitzschia pungens* est un exemple de "consommation de luxe" d'azote analogue au phénomène bien connu dans le cas du phosphore. Cette question est posée et divers autres aspects écologiques pouvant avoir de l'importance dans la production d'acide domoïque sont abordés.

FACTEURS INFLUANT SUR LA PRODUCTION ET LE RELARGUAGE D'ACIDE DOMOÏQUE PAR LA DIATOMÉE *Nitzschia pungens* : LIMITATION PAR LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET LA LUMIÈRE

Stephen S. Bates[1], Anthony de Freitas[2], Roger Pocklington[3] et John C. Smith[1]

[1]Ministère des Pêches et des Océans, Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6; [2]Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de Recherche du Canada, 1411 Oxford St., Halifax, N.É. B3H 3Z1; [3]Ministère des Pêches et des Océans, Région Scotia-Fundy, Institut Océanographique de Bedford, B.P. 1006, Dartmouth, N.É. B2Y 4A2

La diatomée pennée *Nitzschia pungens* forma *multiseries* (isolat NPARL) a été cultivée en masse dans des conditions de restriction de matières nutritives ou de lumière. On n'a jamais détecté d'acide domoïque durant la phase de croissante exponentielle. Dans le milieu f/2, la concentration cellulaire d'acide domoïque a atteint sa valeur maximale (7 pg.cellule $^{-1}$) 7 jours après le commencement de la phase stationnaire, puis elle a lentement baissé; la quantité d'acide domoïque libérée par les cellules dans le milieu a continué d'augmenter. On a constaté que, dans une culture en milieu f/2 pauvre en silicate, la production totale d'acide domoïque est proportionnelle à la densité de cellules durant la phase stationnaire. Lorsque le milieu de culture contenant un excès de nitrate a été remplacé, durant la phase stationnaire, par un milieu sans nitrate, la production d'acide domoïque a cessé. Avec des milieux de remplacement sans silicate ou sans phosphate, la production d'acide domoïque n'a pas changé tant qu'il y a eu du nitrate. Il ne s'est pas élaboré d'acide domoïque dans les cultures où l'on n'a pas ajouté de nitrate. La concentration cellulaire d'acide domoïque était négligeable (0,1 à 0,4 pg. cellule^{-1}) dans les cultures de *N. pungens* amenées dans un état stationnaire par restriction de nitrate (0,5 mM de nitrate). Lorsqu'on a ajouté du nitrate (1,0 mM) au milieu non azoté durant la phase stationnaire, la division cellulaire a repris et la population s'est élevée jusqu'à un nouveau plateau où la croissance a été limitée par la concentration de silicate. La production d'acide domoïque a aussi repris, à un rythme comparable à celui de la culture témoin où l'azote abondait.

La restriction de lumière a ralenti la croissance durant la phase exponentielle et retardé le commencement de la phase stationnaire d'environ 10 jours, par comparaison à la culture témoin. La production d'acide domoïque était néanmoins comparable à celle de la culture témoin une fois la phase stationnaire atteinte. Par contre, les cellules placées à l'obscurité complète durant la phase stationnaire ont cessé de produire de l'acide domoïque. Nous concluons que, chez l'isolat NPARL, la production d'acide domoïque dépend d'au moins 3 conditions : arrêt de la division cellulaire, présence de nitrate durant la phase stationnaire et lumière. La culture en milieu f/2, où les silicates sont limités et les nitrates en excès, remplit ces conditions.

PRODUCTION D'ACIDE DOMOÏQUE PAR LA DIATOMÉE *Nitzschia pungens* EN CULTURE DE MASSE

R.B. Angus[1], J.C. Smith[2], M.F. Stephenson[1], S. Myers[1], P. Cormier[2] et S. Bates[2]

Ministère des Pêches et des Océans. [1]Station de recherche de Miminegash, Miminegash, Î.-P.-É. C0B 1S0; [2]Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6

Des cultures de masse ont été mises en route pour des expériences à grande échelle portant sur les besoins nutritifs de *Nitzschia pungens* (isolat NPMIM de novembre 1988). Ces cultures, d'un volume pouvant atteindre 220 L, avec une concentration allant jusqu'à 260 000 cellules.mL^{-1}, ont été ajoutées au programme de production hebdomadaire d'un laboratoire de recherche sur les coquillages. Les méthodes de culture, divers changements morphologiques, la vitesse de division, le nombre de cellules mortes ainsi que la production et la libération d'acide domoïque ont été étudiés. L'acide domoïque est produit durant la phase stationnaire (jours 6 à 18) à 21° C, ce qui permet de prévoir la concentration à la récolte.

UN BASSIN RECIRCULÉ AVEC INJECTION AUTOMATIQUE DE PHYTOPLANCTON POUR L'ÉTUDE DES BESOINS NUTRITIONNELS DES BIVALVES

D.J. Wildish[1] et D.D. Kristmanson[2]

[1]Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0; [2]Département de génie chimique, Université du Nouveau-Brunswick, Fredericton, N.-B. E3B 5A3

Jusqu'ici, on s'est heurté, dans l'étude des facteurs environnementaux et physiologiques régissant la vitesse de filtration des bivalves, à divers problèmes méthodologiques. Ainsi, il est impossible de créer, près des sujets d'expérimentation, un courant ambiant contrôlé avec un apport de seston constant. Notre but était de fabriquer un système expérimental permettant de résoudre ces problèmes; nous présentons des résultats préliminaires obtenus en le testant.

L'appareil expérimental se compose d'un bassin recirculé d'une capacité de 80 à 90 L avec une aire d'essai ouverte de 0,8 x 0,16 x 0,2 m. Avec cet arrangement, nous avons pu faire varier les courants près des mollusques de l'expérience de 0,5 à 35 cm.s^{-1}, avant que les ondes stationnaires ou l'aération par effet de roue ne deviennent un problème. Nous avons utilisé jusqu'à 5 sondes Nixon Stream Flo pour dresser le profil des courants et faire des mesures localisées de l'écoulement près de l'entrée du siphon des mollusques. La concentration de seston est contrôlée par une commande à infra-rouge commandant une pompe qui distribue des algues de culture dans le bassin. Un enregistreur à canaux multiples branché à un micro-ordinateur enregistre la température, les courants et l'heure à laquelle la pompe distributrice d'algues se met en marche, ce qui donne un enregistrement du taux d'alimentation des bivalves en fonction du temps.

D'après les résultats préliminaires d'expériences portant sur le pétoncle géant, *Placopecten magellanicus* Gmelin, l'inhibition de la filtration par l'écoulement est une fonction positive de la concentration en seston. Ces résultats confirment ce qu'on avait observé auparavant avec un bassin dans lequel il était impossible de maintenir la concentration initiale de seston durant l'expérience.

DISTRIBUTION ANATOMIQUE DES TOXINES DE L'IPM DANS LES MYES

Jennifer L. Martin[1], Alan W. White[2], et John J. Sullivan[3]

[1]Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0; [2]Sea Grant Program, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachussetts 02543, U.S.A.; [3]U.S. Food & Drug Administration, Seafood Products Research Center, Seattle, Washington 98174, U.S.A.

Des myes (*Mya arenaria*) ont été collectées à deux endroits dans le sud-ouest de la baie de Fundy aux mois de janvier, avril, mai, juillet, septembre et novembre 1986. Les deux points de prélèvement étaient Crow Harbour, où la teneur des myes en toxine dépasse le niveau de quarantaine toute l'année, et Lepreau Harbour, où la teneur ne dépasse le niveau de quarantaine que durant la prolifération de *Gonyaulax* qui s'observe chaque été. La glande digestive, les gonades, les branchies, les muscles (siphon, pied, muscles palléal et adducteur), ainsi qu'un "résidu" constitué d'une petite quantité de tissus se trouvant à proximité de la glande digestive et comprenant le rein et le coeur, ont été isolés. Les teneurs en toxines ont été mesurées au moyen du test-souris et de la CLHP. Le "résidu" contenait la concentration de toxine totale par unité de poids la plus élevée dans tous les échantillons prélevés dans l'année, sauf un. La teneur en toxine du "résidu" peut être jusqu'à 10 fois supérieure à celle de la catégorie qui la suit. En juillet, durant la prolifération de *Gonyaulax*, la glande digestive contenait aussi une forte concentration de toxine; la teneur des branchies et des gonades était beaucoup moins élevée. Durant les autres mois, les branchies contenaient à peu près la même concentration de toxine que la glande digestive. Le profil de concentration de chacune des toxines dans les diverses parties anatomiques étudiées était le même dans des échantillons provenant du même lieu et dans des échantillons d'origines différentes. En juillet, le profil de concentrations des toxines dans les myes se présentait comme suit : GTX I, GTX IV et GTX III, la concentration de STX étant généralement la plus faible des six ou sept toxines détectables. Au cours du même mois, le profil des concentrations dans le plancton, dominé par *Gonyaulax*, était comme suit : GTX IV, GTX III, NEO et GTX I. Les échantillons de myes prélevés les autres mois étaient remarquablement différents de ceux de juillet; la STX y était presque toujours la toxine la plus abondante, souvent suivie de la NEO; la concentration de GTX IV était toujours la plus basse. D'après les résultats obtenus, il y a des concentrations élevées de toxines ailleurs que dans la glande digestive chez la mye. En outre, il y aurait interconversion ou rétention sélective de toxines chez ce mollusque.

DISTRIBUTION DES TOXINES DE L'IPM DANS DES MOULES CULTIVÉES À DEADMAN'S HARBOUR (NOUVEAU-BRUNSWICK)

K. Haya, J.L. Martin, B.A. Waiwood, et L.E. Burridge

Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0

Des moules, *Mytilus edulis*, ont été mises en culture sur des filières à des profondeurs de 1,0 m sous la surface de l'eau et de 1,0 m du fond (5 m sous la surface à marée basse) à Deadman's Harbour (Nouveau-Brunswick) de juin 1988 à avril 1989. En juillet 1988, on a observé une petite poussée d'*Alexandrium fundyense* à Deadman's Harbour. La concentration d'*A. fundyense* la plus élevée (4 000 cellules.L^{-1}) a été mesurée dans un échantillon d'eau prélevé le 22 juillet. La concentration

maximale de cellules mesurée à Brandy Cove (station témoin) durant la période expérimentale était de 100 cellules.L^{-1}. Les toxines de l'IPM ont été dosées par le test-souris, selon la méthode officielle de l'AOAC, dans des échantillons de moules prélevés régulièrement. Les moules cultivées le plus près de la surface étaient les plus toxiques (432 µg équiv. STX/100 g poids frais) le 18 juillet. Le 17 octobre, la toxicité avait baissé à 52 µg équiv. STX/100 g poids frais. Il ne s'est pas accumulé de toxines de l'IPM dans les moules cultivées à une profondeur d'au moins 5 m. La distribution des toxines dans les moules a donné le profil suivant : 87,7 % dans la glande digestive; 3,9 % dans les gonades; 1,5 % dans le manteau; 1,5 % dans le branchies, 0,4 % dans le pied; 5 % dans les autres tissus.

TOXINES DE L'IPM DANS LES MAQUEREAUX *Scomber scombrus* DU SUD-OUEST DE LA BAIE DE FUNDY (CANADA)

K. Haya, J.L. Martin, B.A. Waiwood, L.E. Burridge, J.M. Hungerford[1], et V. Zitko

Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0; [1]Department of Health and Human Services, Food & Drug Administration, 22201 23rd Drive S.E., Bothel, WA 98021-4421, U.S.A.

En juillet 1988, une petite poussée d'*Alexandrium fundyense* était observée dans le sud-ouest de la baie de Fundy au Nouveau-Brunswick (Canada). La concentration de cellules la plus élevée mesurée dans un échantillon d'eau prélevé en surface, le 12 juillet, était de 7,5 x 10^3 cellules.L^{-1}. De juillet jusqu'à la fin de septembre, des échantillons de maquereaux de l'Atlantique (*Scomber scombrus*) ont été prélevés dans 9 sites. Les toxines de l'IPM ont été dosées dans des extraits de foie avec le test-souris; les concentrations mesurées allaient de 40 à 209 µg équiv. STX/100 g de poids frais. L'analyse par CLHP à permis de détecter des toxines de l'IPM (2-26 µg équiv. STX/100 g de poids frais) dans cinq extraits gastro-intestinaux sur six. La concentration de STX était supérieure dans une proportion de 97 % à la teneur totale en toxine de l'IPM du foie dans tous les échantillons sauf un. Dans un foie et dans un extrait gastro-intestinal, on n'a trouvé que de la NEO. On a aussi détecté de la B2, de la GTX II et de la GTX III dans certains des extraits de foie et de tissus gastro-instestinaux. Ces résultats suggèrent que les toxines de l'IPM qui s'accumulent chez le maquereau ne proviennent pas exclusivement d'*A. fundyense*.

NEUROTOXINES ET MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DES VOIES DE TRANSMISSION IONIQUES

Carl M. Boyd

Département d'océanographie, Dalhousie University, Halifax, N.É. B3H 4J1

Étant donné les progrès récents de l'électrophysiologie et le fait qu'on connaît maintenant la structure moléculaire des protéines des voies de transmission ioniques dans les parois cellulaires, nous comprenons beaucoup mieux la structure et le fonctionnement de ces canaux. Bon nombre de neurotoxines, notamment la saxitoxine et l'acide domoïque exercent leur action en bloquant certains

canaux ioniques. Il s'ensuit que les cellules ne contrôlent plus la composition ionique indispensable à leurs fonctions vitales; les cellules musculaires ne peuvent plus se contracter, les cellules nerveuses ne peuvent plus transmettre de messages. Le "patch-clamp" est une méthode remarquable pour l'étude des effets des neurotoxines sur un canal ionique donné; la réaction à polymérase en chaine (PCR) est un moyen tout aussi efficace d'étudier certains types de canaux. La physiologie de la régulation ionique est à la fois semblable et différente chez les cellules végétales et animales. La façon dont les cellules végétales comme *Gonyaulax tamarensis* et *Nitzchia pungens* tirent profit de cette différence tout en demeurant insensibles à leur propre toxine est un aspect capital de l'écologie et de la neurophysiologie des organismes marins.

STIMULATION DE L'ABSORPTION ET DE LA DÉPURATION DE L'ACIDE DOMOÏQUE CHEZ LA MOULE (*Mytilus edulis*)

Irené Novaczek

Département d'anatomie et de physiologie, Collège vétérinaire de l'Atlantique, Charlottetown, Î.-P.-É. C1A 4P3

Des liposomes multilamellaires de diamètre pouvant atteindre 20 µm ont été testés comme transporteurs de substances nutritives destinées à des moules. Par marquage fluorescent et au bleu monastral des particules présentes dans les liposomes, il a été montré que ceux-ci sont ingérés par les moules et se décomposent dans leur estomac. Des moules ont été nourries pendant cinq jours, à 7°C, avec des liposomes contenant de l'acide domoïque. L'absorption de toxine, mesurée dans des extraits de moules par CLHP, s'est révélée très limitée. L'absorption d'acide domoïque en solution était également très limitée. Dans les prochaines expériences, des liposomes contenant des solutions d'acide domoïque plus concentrées seront employés. On essayera de favoriser l'absorption et la dépuration en faisant varier la salinité; enfin l'utilisation d'acide domoïque radioactif devrait permettre de détecter de faibles concentrations au moyen d'un compteur à scintillation ou par autoradiographie.

PROGRÉS RÉCENTS DANS L'ÉTUDE DE L'ABSORPTION ET DE LA DÉPURATION DE L'ACIDE DOMOÏQUE CHEZ LES MOULES

David J. Scarratt

Ministère des Pêches et des Océans, B.P. 550, Halifax, N.É. B3J 2S7

Comme il n'existe pas, à l'heure actuelle, de source fiable de cultures de *Nitzschia pungens* productrices d'acide domoïque, nous avons dû nous servir de coquillages naturellement contaminés comme sujets d'expérience. À la fin de l'été 1988, les algues ont suffisamment proliféré dans la baie de Passamaquoddy (N.-B.) pour qu'on interrompe l'exploitation des gisements de myes. Chez des myes et des moules gardées en quarantaine à 13°C, la teneur en acide domoïque a baissé de 43 à 15 ppm en 24 heures, mais il restait encore des traces six jours après qu'on les ait récoltées. La dépuration de moules recueillies dans l'estuaire de la rivière Cardigan (Î.-P.-É.), en automne 1988, a fait l'objet d'un

contrôle du même genre : la teneur est passée de 130 à 20 ppm en 4-6 jours à 15°C, et en 7-9 jours à 7°C. Après 14 jours de dépuration à la température la plus basse, il restait encore des traces d'acide domoïque. Les moules n'ont été nourries dans aucune des expériences; on s'est demandé si la dépuration serait accélérée si on les nourrissait d'organismes autres que *Nitzschia*. Manifestement, le fait que la dépuration soit plus rapide au laboratoire qu'en milieu naturel, comme on l'a observé en 1987-1988, pourrait venir de ce que les moules ont continué à se nourrir des résidus de l'efflorescence de *Nitzschia*.

La culture de *Nitzschia* au laboratoire d'Halifax n'a pas progressé rapidement car, à plusieurs reprises, il s'est posé des problèmes de contamination dus à des bactéries et à des flagellés; néanmoins, on a réussi à produire des cultures de masse (230 L) où la densité cellulaire a dépassé 200 000 cellules mL^{-1}, mais sans atteindre le point oo l'acide domoïque est produit en quantités détectables. Le programme régulier de surveillance de production d'acide domoïque est suivi de près afin d'être en mesure de profiter d'une prolifération de *Nitzschia* dans la rivière Cardigan ou ailleurs pour mener une expérience sur l'absorption en milieu naturel et utiliser les moules contaminées, ainsi que d'autres espèces commerciales transplantées, pour faire d'autres expériences sur la dépuration.

SUJETS SÉLECTIONNÉS DE LA 4ème CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LE PHYTOPLANCTON MARIN TOXIQUE

Ewen Todd

Bureau des risques microbiens, Santé et Bien-Être Social Canada, Ottawa, Ontario K1A 0L2

L'intoxication ciguatérique (A.R. Freudenthal)

Les cas d'intoxication ciguatérique signalés chez les résidents des régions tempérées de retour de vacances dans les Caraïbes et aux Bahamas, montrent que ce type d'intoxication constitue un problème de santé publique. En général, des touristes, empoisonnés après avoir consommés du poisson d'origine locale (le plus souvent mérou ou vivaneau), tombent malades et regagnent leur pays où ils consultent un médecin. Il y a un besoin évident de faire connaître davantage cette maladie typiquement tropicale, tant cliniquement qu'au point de vue de la déclaration des cas et de l'éducation du consommateur, plus particulièrement dans les pays de la zone tempérée.

L'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM)

- Le bio-essai sur les souris

Un bio-essai sur les souris a été mis au point par les chercheurs japonais. Les glandes digestives de mollusques sont soumises à une procédure d'extraction complexe (acétone/éther diéthylique/Tween 60 à 1 %). Des dilutions sériées sont injectées par voie intrapéritonéale à des souris de 17-20 g. La quantité minimum de toxine nécessaire pour tuer une souris en 24 h est définie comme une (1) unité-souris. La concentration de toxines maximale admissible dans les mollusques à été fixée à 5 unités-souris par 100 g de chair de mollusque. Chez un adulte, les symptômes de l'intoxication ne se manifestent généralement pas en dessous de 12 unités-souris.

- Origine des toxines de dinoflagellés - (T. Yasumoto)

Au Japon, l'acide okadaïque (AO), les dinophysistoxines (DTX) 1 et 3, la yessotoxine, la 45-hydroxy-yessotoxine et les pecténotoxines (PTX) 1,2,3,6,7, ont été isolés de l'hépatopancréas de pétoncles se nourrissant de *Dinophysis*. Toutes les espèces de *Dinophysis* suivantes élaborent l'AO et ses dérivés : *fortii*, *acuminata*, *mitra*, *tripos*, *rotundata*, *norvegica* et *acuta*. Chez les mollusques, des processus de re-métabolisation transforment DTX1 en DTX3, et PTX2 successivement en PTX1, PTX3 et PTX6.

- Changements histopathologiques induits par l'acide okadaïque dans la muqueuse intestinale du rat (S. Lange et al.)

Un bio-essai utilisant l'anse intestinale de rat ligaturée a été utilisé pour la détection de l'AO. Aprés injection de 2 ml d'extrait toxique, on mesure la réponse en termes d'accumulation de fluide. À l'examen histopathologique de la paroi intestinale interne on peut voir que les cellules épithéliales de la surface se remplissent de liquide, deviennent oedémateuses, et finissent par se détacher (au bout de 30 min après administration de 1 µg d'AO). Il n'y a que des cellules caliciformes à la pointe des microvillosités (aucun mucus n'est libéré). Le même phénomène se produit dans la paroi du colon. Si l'AO est injecté par voie intraveineuse, il a le même effet que s'il est administré dans l'anse. Ceci suggère que les entérocytes en sont la cible spécifique. De même, l'aplysiatoxine (extraite de l'aplysie) et la téléocidine (produite par *Streptomyces mediocidicus*) provoquent une accumulation de liquide sans libération de mucus. Ces trois composés ont aussi des propriétés tumorigènes. L'AO inhibe l'action du facteur anti-sécrétion (FAS) de l'hypophyse du porc injecté par voie intraveineuse, mais sans changements morphologiques caractéristiques.

- Effet de diverses toxines chez la souris (K. Terao)

Les changements ultrastructuraux observables dans le tube digestif, le foie et les tissus lymphoïdes de la souris ont été étudiés après injection IP de toxines isolées de certaines espèces de dinoflagellés. La DTX1 entraîne la dégénérescence et la desquamation de l'épithélium de la muqueuse jusqu'au chorion dans un délai d'une heure après administration IP de 100 $\mu g.kg^{-1}$. À la différence de la DTX1, la goniodomine A (GDA), un métabolite du dinoflagellé *Goniodoma pseudogonyaulax*, provoque une nécrose prononcée de la région centrilobulaire hépatique, une périhépatite et la formation de vacuoles non lipidiques dans les hépatocytes. La GDA entraine une nécrose lymphocytaire massive dans la couche corticale du thymus à une dose de 0,5 $mg.kg^{-1}$. La maitotoxine (MTX), une phycotoxine hydrosoluble, est produite par *Gambierdiscus toxicus*. L'administration d'une dose unique de 200 $ng.kg^{-1}$ entraine une érosion stomacale multiple, une lésion du myocarde et une réduction lymphocytaire marquée dans le thymus. En 1 h, la même dose provoque une augmentation marquée de la teneur en calcium surrénalienne et du cortisol plasmatique. Il se peut que la MTX stimule d'abord l'entrée de calcium dans les surrénales, ce qui entraîne la libération de cortisol dans le sang. Des injections répétées de MTX (45 $ng.kg^{-1}$, 13 fois) ont provoqué une baisse marquée du nombre de lymphocytes dans le sang, dans le thymus et dans la rate. Des autophagosomes sont bien visibles dans la zone réticulée des surrénales. Le mode d'action immunotoxique de la MTX est basé sur l'augmentation de la teneur en calcium des surrénales.

- Intoxication diarrhéique causée par *Dinophysis acuta* en Suède (L. Edler et M. Hageltorn)

Des expériences sur le terrain ont été faites en vue de déterminer l'origine de la toxine de l'IDM détectée dans des moules en Suède. Les dosages d'acide okadaïque (AO) par CLHP ont mis en évidence une toxicité plus forte dans les moules cultivées à 1 m que dans celles cultivées à 10 m de profondeur. La fraction planctonnique la plus toxique se trouvait dans le tamis de 50 µm. Les résultats des calculs de régression sur les concentrations en AO et les comptes de plancton suggèrent fortement que l'AO accumulé par les moules a été produit par *Dinophysis acuta* (r=0,93) et que cette espèce est probablement à l'origine de la toxification observée à l'automne de 1987 sur la côte ouest de la Suède. Venait ensuite *D. acuminata* (r=0,59). Il a été démontré que 150 000 cellules de *D. acuta* pouvaient tuer des souris.

- Populations de *Dinophysis* au large des côtes portugaises (M. Sampayo et al.)

Bien que les moules du Portugal ne soient à l'origine d'aucun cas d'IDM, ces toxines s'accumulent dans leurs tissus en association avec les espèces planctoniques *D. acuta* et *D. sacculus*. Il semble que la dépuration soit plus rapide lorsque des espèces non toxiques sont présentes. Un participant a signalé que la dépuration peut se faire en quelques jours et non en plus de deux semaines comme l'ont indiqué les chercheurs présentant l'exposé.

- Modélisation des efflorescences de *Dinophysis* (A. Menesguen et al.)

Un modèle prédictif des efflorescences de *Dinophysis* a été ellaboré en tenant compte des facteurs suivants : température, lumière, teneur de l'eau en azote inorganique (basse jusqu'à la fin de septembre), en phosphore (en hausse à la fin de l'été) et en chlorophylle totale. La migration verticale et l'état de la mer sont des facteurs plus importants que le broutage zooplanctonique et l'enkystement. La turbulence verticale due au vent entraine une resuspension des sédiments et peut empêcher la prolifération des algues en empêchant le pénétration de la lumière.

- Modifications apportées à la méthode de CLHP de Yasumoto et al. (N. Ileby et A. Fiksdahl)

1. Stabilité de l'AO et de la DTX1 : L'AO et la DTX1, de même que leurs dérivés, sont sensibles à la lumière, à la chaleur et à l'oxygène. Il faut donc les manipuler à l'obscurité, sous atmosphère de N_2 et les conserver au froid. Malgré cela, ils peuvent se décomposer. Un dérivé de la DTX1 a perdu de son activité après d'entreposage (-30°C) et l'analyse montre un nouveau pic, par suite d'une réaction chimique inconnue. On observe exactement le même phénomène avec l'AO, mais à un degré beaucoup moindre. Cette instabilité risque donc de provoquer une sous-estimation des quantités de toxines dans les échantillons de mollusques ainsi qu'une mauvaise reproductibilité.

2. Temps de réaction : La qualité de l'analyse d'extraits méthanoliques dépends du soin apporté à la dérivation et aux rinçages. On dissout la toxine servant à préparer les dérivés dans de l'acétylnitrile à -70°C. Dans le cas des composés de référence purs, la courbe de réaction est la même pour le dérivé ADAM que pour les acides gras. Le taux de conversion pour le dérivé était de 30 à 50% au bout d'une heure de réaction et atteignait son maximum après 24 h. Toutefois, dans le cas des échantillons de mollusques, la prolongation du temps de réaction n'a pas amélioré la détection des toxines, ce qui indique un type de réaction différent.

3. Perte de toxine pendant la chromatographie : Avant d'injecter les dérivés de toxines dans l'appareil de CLHP, on les purifie au moyen d'une colonne de SiO_2. Après avoir observé et mesuré une perte de DTX1 de 30-50 % dans la fraction préliminaire, la méthode a été modifiée en recueillant une partie de cette pré-fraction pour la combiner à la fraction contenant la toxine, afin d'éviter des pertes de DTX1. Comme ce problème ne s'est pas posé dans tous les laboratoires scandinaves, la perte doit dépendre de la qualité de la garniture de SiO_2, des solvants, etc. Dans le cas de l'AO, il n'y a pas de perte comparable dans la fraction préliminaire.

4. Utilisation d'un standard interne : Les toxines-étalons véritables sont instables et il est difficile d'obtenir un produit pur. Elles ne servent qu'à des fins d'identification. Pour les analyses de routine, on se sert d'un étalon interne (EI), l'acide désoxycholique dans le cas de l'IDM, qui a des propriétés chimiques et physiques semblables à celles de la ou des toxines recherchées. On ajoute à l'échantillon de mollusques une quantité connue d'EI, avant de préparer le dérivé ADAM. Sur le chromatogramme, le dérivé de l'EI donne un pic caractérisé par un temps de rétention plus long que celui de la DTX1. D'après ce pic, on peut calculer la quantité exacte d'AO et de DTX1 et tirer ainsi une conclusion quant à la toxicité totale. L'usage de cet EI est encore à un stade experimental et il reste encore beaucoup à faire pour obtenir la reproductibilité voulue.

5. Étude d'intercalibration : Une étude interlaboratoire a révélé que cette méthode de CLHP a donné des résultats concordants dans chacun des laboratoires étudiés, mais a mis en évidence des variations inacceptables d'un laboratoire à l'autre. Il est recommandé que les laboratoires où cette méthode de CLHP est utilisée dans le contrôle de la qualité des mollusques produisent des résultats d'inter-étalonnage acceptables pour être autorisés à faire des analyses. De plus, il y aurait lieu de définir les niveaux de tolérance de toxine admissibles avec une importante marge de sécurité étant donnée la grande variation observée entre les résultats de différents laboratoires.

Le rôle des bactéries dans la production des toxines de l'IPM

- Bactéries productrices de toxines chez les dinoflagellés (M. Kodama)

On a observé d'importantes différences de toxicité chez *Alexandrium tamarense* et ce, pour des souches cultivées dans les mêmes conditions ainsi que pour des sous-clones dérivés de cellules uniques. Il est donc probable que la propriété de produire des toxines est acquise et non transmise génétiquement. La variation observée pourrait être causée par des bactéries possédant la propriété de produire des toxines. Un seul auteur, Silva, a déjà signalé ce phénomène. Kodama et al. en ont trouvé dans le noyau d'*A. tamarense*. Des antibiotiques n'ayant pas d'influence sur la croissance du dinoflagellé on été ajoutés à des cultures pour évaluer leurs effets sur les bactéries. Les cellules ont été homogénéisées pour libérer les bactéries et celles-ci ont été cultivées. Les résultats montrent une baisse de la toxicité. La bactérie *Moraxella* spp. a été isolée. La production de toxines semble n'avoir lieu qu'après épuisement du milieu en matières nutritives. Il y a aussi eu production d'une certaine quantité de GTX IV et, dans une moindre mesure, de GTX I, de GTXI II, de GTX II et de NEO. On n'a pu isoler de bactéries que des souches de dinoflagellés toxiques. On a trouvé divers *Moraxella* chez différentes espèces de dinoflagellés. Il se peut que les bactéries jouent aussi un rôle dans l'eau et à la surface des cellules. Chez le pétoncle, la toxicité augmente lorsque la prolifération des dinoflagellés toxiques est terminée. Des échantillons d'eau, recueillis à proximité des pétoncles ont été filtrés sur des filtres de 20 µm, 5 µm et 0,45 µm. L'analyse des filtres par CLHP a montré que la plupart des toxines de l'IPM se trouvaient sur le filtre de 0,45 µm dont les bactéries ont été cultivées

et isolées. L'antisérum réagissant avec la *Moraxella* déjà mentionnée a été préparé. Il n'a pas été possible de rendre toxique une souche d' *A. tamarense* non toxiques en y ajoutant des *Moraxella*. Les *A. tamarense* toxiques traités à l'antisérum ne sont pas devenus non toxiques, mais leur toxicité a baissé. Aucune bactérie n'a été observée à la surface des dinoflagellés, mais ceux-ci n'ont pas été examinés au MEB. Néanmoins, si ces bactéries se trouvent dans l'eau près des pétoncles, elles pourraient se retrouver à la surface des cellules de même qu'à l'intérieur. Il serait possible de préparer une sonde immunofluorescente pour détecter les points de fixation en surface. On pourrait aussi faire l'identification chimique des bactéries présentes dans les cellules de dinoflagellés par chromatographie en phase gazeuse.

- Bactéries associées aux efflorescences d'organismes producteurs d'IPM (T. Ogata et al.)

Des souches toxiques et non toxiques des dinoflagellés *Alexandrium* et *Gymnodinium* ont été receuillies et l'on a fait des cultures bactériennes dans du milieu TI à base d'eau de mer (Ogata et al., 1987). Au bout de 10 jours, des neuroblastes de souris ont été traités avec des extraits bactériens afin de détecter le blocage des canaux sodium (Kogure et al., 1988). On a aussi étudié la réaction des cellules au sérum anti-*Moraxella*. Les bactéries isolées à partir de souches de dinoflagellés hautement toxiques bloquent les canaux sodium et réagissent avec le sérum. Des espèces autres que *Moraxella* ont été isolées : des *Bacillus* spp. d'un *Gymnodinium*, produisant les toxines GTX IV, GTX I, GTX III, GTX II et de la STX, et un *Pseudomonas* d'un *Alexandrium* produisant les toxines GTX IV, GTX I, GTX III et GTX II. D'après ces résultats, il y a une relation étroite entre les dinoflagellés toxiques et les bactéries associées produisant des toxines. Il semble en outre que cette relation soit spécifique de l'espèce et de la souche.

Biosynthèse des toxines de l'IPM (Y. Shimizu)

De nombreux organismes produisent les toxines de l'IPM, notamment des dinoflagellés (*Alexandrium*, *Pyrodinium*), des algues rouges (*Jania*), des crabes, des algues bleues (*Aphanizomenon*) et des bactéries (*Moraxella*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Pseudomonas*). Ces toxines dérivent du groupement arginine-guanidine, de la méthionine et de l'acétate. Dans tous les cas où l'on a trouvé des bactéries avec des dinoflagellés, on a cherché sans succès des séquences d'ADN communes, en utilisant des enzymes de restriction.

Toxicité des toxines marines pour le personnel de laboratoire (D. Baden)

Les toxines agissent au niveau de récepteurs situés dans divers organes. Les toxines de l'IPM, activatent ou désactivent des systèmes enzymatiques; l'acide okadaïque détruit des phosphatases protéiques, limitant ainsi la synthèse protéique ou la libération d'hormones ou de transmetteurs. Les effets chroniques peuvent être graves et peuvent entraîner la mort prématurée. Les personnes travaillant avec des toxines doivent connaître la symptomatologie, l'antidote (s'il y en a un) et le traitement dans chaque cas et ces renseignements doivent être affichés bien en vue à l'entrée du laboratoire. Les précautions à prendre doivent aussi être indiquées. Pour travailler avec certaines toxines, il faut une hotte, un masque et des gants et la décontamination doit être faite suivant les méthodes appropriées. L'inhalation d'aérosols est un risque réel, surtout si l'on emploie du gel de silicate pour la chromatographie. Le DMSO doit être employé avec circonspection, car il peut retenir les toxines dans l'organisme. On a observé chez des animaux des effets chroniques à long terme, notamment des lésions et de l'oedème du cerveau. L'expédition de toxines par la poste présente

aussi des difficultés. La Federal Express accepte de se charger de ce genre de colis à condition qu'ils soient étiquetés "AGENTS ÉTIOLOGIQUES, SANS AUTRES SPÉCIFICATIONS" et pourvu que la quantité expédiée soit inférieure à la dose létale pour l'être humain.

REVUE DES EFFETS DES EFFLORESCENCES PHYTOPLANCTONIQUES SUR LES COQUILLAGES ET L'AQUACULTURE

Sandra E. Shumway

Maine Department of Marine Resources, and Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, West Boothbay Harbor, Maine 04575, U.S.A.

Les poussées d'algues toxiques s'observent partout dans le monde; dans certaines régions, c'est un phénomène répandu et saisonnier. Par le passé, on s'est surtout intéressé à la prolifération des dinoflagellés toxiques (par ex., *Alexandrium (Protogonyaulax) tamarensis*). Plus récemment, d'autres espèces ont retenu l'attention (p. ex., *Dinophysis*, *Aureococcus*, *Gymnodinium*). La prolifération de ces organismes cause souvent des problèmes en raison desquels les coquillages ne peuvent être exploités de façon optimale; parfois, les pertes économiques qui s'ensuivent peuvent être catastrophiques. Néanmoins, on trouve encore des installations de culture et d'exploitation commerciales florissantes dans des régions où les conditions sont propices à la prolifération d'algues toxiques.

Une revue de la documentation traitant de la prolifération des algues toxiques ainsi que des moyens auxquels recourent les exploitants, les gestionnaires et l'industrie pour résoudre les problèmes qui en découlent, est présentée, et des recommandations sur le mode d'exploitation le plus efficace et le plus fructueux compte tenu de l'instabilité de l'environnement sont proposées.

CONFÉRENCES INVITÉES

ASPECTS RELIÉS À LA SANTÉ HUMAINE

Trish Perl

College of Medicine, Department of Internal Medicine, Division of Clinical Epidemiology, The University of Iowa, Iowa City, Iowa 52242, U.S.A.

De nombreux cas d'intoxication alimentaire sont reliés à l'ingestion of poissons et coquillages. Si on ne tient pas compte des complications infectieuses, l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM) est la plus commune au Canada. Plus récemment le Canada a fait face à un problème relié à la consommation de moules contenant une toxine responsable de l'intoxication amnésique par les mollusques (IAM). Ces intoxications sont causées par des phytoplanctons marins qui secrètent des métabolites toxiques pour l'homme. Dans le cas des mollusques filtreurs les toxines s'accumulent dans le tractus digestif. Malheureusement, il n'existe pas de sérum pour confirmer le diagnostic qui est généralement basé sur la symptomatologie, et des test biologiques et chimiques pour les différentes toxines contenues dans les mollusques suspects. L'épidémiologie et la symptomatologie de ces deux intoxications sont résumée dans le tableau qui suit.

	INTOXICATION PARALYSANTE PAR LES MOLLUSQUES	INTOXICATION AMNÉSIQUE PAR LES MOLLUSQUES
ORGANISME	*Alexandrium tamarense*	*Nitzschia pungens* forma *multiseries*
TOXINE	saxitoxine, néosaxitoxine, gonyautoxines	acide domoïque
SAISON	mai - novembre	novembre - janvier
VECTEUR	mollusques (palourdes, moules, etc.)	mollusques (moules)
LIEU	Pacifique NO, Atlantique NE	Île-du-Prince-Édouard (Canada)
INCUBATION	dans un délai de 30 min	15 min-24 h (médiane 3-5 h)
DURÉE	6 h à 7 jours	quelques heures à quelques mois
SYMPTOMES	nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhée moins fréquente	nausées, vomissements, diarrhée, crampes abdominales, anorexie
Neurologiques	paresthésie, sensation de flottement	réaction amoindrie à la douleur profonde; neuropathie (long terme)
Moteurs	faiblesse, paralysie des systèmes moteur et respiratoire	aucuns
Nerfs craniens	dysarthrie, dysphonie, dysphagie	dysarthrie, mouvements oculaires inhabituels, paresis
Cerebellum	vertiges, ataxie, nystagmus	malaises, perte d'équilibre, ataxie
Autres	aphasie	désorientation, confusion, pertes de mémoire, hallucinations, paralysie
Cardiovasculaires	tachycardie, modifications de l'ECG	fluctuations de la pression sanguine, arrhytmies
Autres	maux de tête, dysurie	maux de tête
LAB	augmentation du CPK	augmentation du CPK et du CGB
THÉRAPIE	supportive	??
FATALITÉ	2.6 - 23.2%	3% - ?

LE PROGRAMME D'INSPECTION DU MPO : SURVEILLANCE DES PHYCOTOXINES

Régis Bourque et Roland Cormier

Ministère des Pêches et des Océans, Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6

Le programme d'inspection des produits de la pêche s'appuie sur une base scientifique; à l'avenir, il sera encore plus étroitement lié aux sciences. En général, dans le domaine scientifique, une réponse à une question amène souvent à se poser d'autres questions. Dans un programme opérationnel comme le programme d'inspection, les décisions du genre "tout ou rien" sont de règle. On peut se demander comment les champs d'activité mentionnés ci-dessus peuvent devenir compatibles. Les premiers travaux de recherche des scientifiques et les méthodes qu'ils ont mises au point ont permis au MPO d'organiser un programme efficace pour surveiller les débuts de l'apparition des phycotoxines. Les données que permet de recueillir ce programme de surveillance se révèlent également utiles aux scientifiques. L'acquisition de nouvelles connaissances, et la mise au point de nouvelles méthodes et techniques devraient permettre d'améliorer l'effacité du programme.

MÉTHODES ANALYTIQUES POUR LA DÉTECTION DES PHYCOTOXINES MARINES

Allan D. Cembella

Ministère des Pêches et des Océans, Institut Maurice Lamontagne, Division de l'océanographie biologique, 850 route de la mer, Mont-Joli, Québec G5H 3Z4

Depuis la découverte, dans les années 1930, d'un lien de cause à effet entre certains phytoplanctons et des cas de toxicité des bivalves marins, la détection des ces toxines s'est généralement faite au moyen de bio-essais classiques, sur des mammifères. Ces dernières années, diverses techniques de chromatographie, notamment la chromatographie sur couche mince, la chromatographie sur échangeur d'ions à faible pression et la chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP), ont été introduites afin de compléter ou de remplacer dans une certaine mesure ces bio-essais. Des progrès remarquables ont également été fait dans les techniques immunologiques, plus particulièrement en ce qui touche les essais radio-immunologiques (ERI) et les essais d'immunosorption enzymatiques (ELISA), techniques utilisables pour la mise au point de trousses d'analyse rapide à grande sensibilité, s'appliquant à des toxines particulières. Comme il est possible que la méthode idéale pour analyser les phycotoxines marines s'adapte mal aux nécessités d'un programme de surveillance de routine, il est utile de comparer ces différentes techniques du point de vue de leur sensibilité, de leur spécificité, de leur facilité d'exécution et de leur coût. Des données comparatives sur le bio-essai sur les souris de l'AOAC, la technique de CLHP en fluorescence et l'essai immunologique ELISA mis au point par l'Institut Armand-Frappier pour l'analyse des toxines de l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM) sont présentées. Dans le même contexte, les approches similaires servant à l'analyse des toxines de l'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM) et des brévétoxines (BTX) sont présentées. Le travail en cours est décrit dans une perspective historique et les possibilités de perfectionnement des méthodes utilisées dans l'analyse de routine des phycotoxines marines sont discutées.

MÉTHODES INSTRUMENTALES POUR L'ANALYSE DES TOXINES MARINES

Michael A. Quilliam[1], S. Pleasance[1], Xie Mei[1], J.C. Marr[2] et R. Pocklington[3]

[1]Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de Recherche du Canada, 1411 Oxford St., Halifax, N.É. B3H 3Z1; [2]OceanChem LTD., 1000 Windmill Rd., Dartmouth, N.É. B3B 1L7; [3]Ministère des Pêches et des Océans, Région Scotia-Fundy, Institut Océanographique de Bedford, B.P. 1006, Dartmouth, N.É. B2Y 4A2

Les organismes marins produisent de nombreux métabolites toxiques dont certains sont cause, chaque année, de nombreux cas d'intoxication par ingestion de produits de la mer. Ces toxines, en plus d'être dangereuses pour la santé publique, peuvent avoir des conséquences significatives au point de vue économique, comme on l'a vu en 1987 avec les intoxications causées par des moules de l'I.-P.-É. Le bio-essai sur les souris de l'AOAC est la technique la plus employée pour détecter les toxines dans les produits de la mer. Cette méthode présente l'avantage d'être non sélective, ce qui la rend tout à fait appropriée du point de vue de la protection de la santé publique. Mais il est aussi connu qu'elle est d'une variabilité considérable et qu'elle apporte peu de renseignements sur la nature des toxines. Les méthodes d'analyse instrumentales donnent la possibilité de détecter avec plus de sensibilité et de sélectivité les toxines connues et d'en identifier de nouvelles. Un aperçu des méthodes instrumentales actuelles et des possibilités d'avenir est donné pour l'analyse de trois classes de toxines causant l'intoxication amnestique par les mollusques (IAM), l'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM) et l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM).

LES EFFETS DU PHYTOPLANCTON TOXIQUE SUR LA MYTILICULTURE

Wayne Somers

Président, P.E.I. Mussel Growers' Association, Murray Harbour, Î.-P.-É.

L'industrie de la moule, encore jeune à l'Île-du-Prince-Édouard, a eu plus que sa part de problèmes depuis ses débuts, il y a dix ans. La plupart des producteurs étaient au courant des risques que pouvaient présenter les toxines marines, mais les eaux de l'Î.-P.-É. étaient réputées exemptes de phytoplancton producteur de toxines. La contamination à l'acide domoïque a donc pris tout le monde par surprise. Ce phénomène a eu des conséquences à court terme et à long terme sur l'industrie; celle-ci s'est ressentie de la mauvaise publicité qu'on a continué à lui faire dans les médias. L'intensification de la surveillance et l'amélioration du contrôle des conditions de prolifération peuvent concourir à prévoir les poussées nuisibles. Parallèlement, en étendant la culture de la moule à différents estuaires et en augmentant le stockage aux usines de transformation, on réduira au minimum les risques de perte pour le myticulteur au niveau de la production ainsi que du marché.

L'industrie s'étant développée plus rapidement que la recherche scientifique n'a progressé, il y a eu manque de communication. Le développement de l'industrie de la moule de l'Î.-P.-É. est ralenti par plus d'un problème; dans ce contexte, l'aide des scientifiques est importante. Par exemple, ces dernières années en été, les moules encore en culture ont subit d'importantes mortalités. Il faudrait étudier ce phénomène de façon approfondie pour aider les éleveurs à atténuer les conséquences de ce genre de perte. Cette année, l'Association des mytiliculteurs de l'Î.-P.-É. s'efforcera de corriger le problème de communication avec les chercheurs du gouvernement en cherchant des moyens de diffuser à temps et efficacement l'information scientifique. Dans l'industrie de la moule à l'Î.-P.-É., on envisage l'avenir avec un optimisme raisonnable. Avec la stabilisation de la production et des prix, l'ouverture de nouveaux marchés d'exportation, l'introduction d'innovations dans la transformation et

l'amélioration de la promotion des caractères particuliers de la moule bleue de l'île et des eaux dont elle provient, l'industrie devrait trouver la force nécessaire pour prospérer. Il est possible de composer avec le phytoplancton toxique, pourvu qu'un programme de surveillance efficace permette de se prémunir contre les proliférations néfastes imprévues.

PRÉSENTATIONS D'AFFICHES

EFFETS D'*Aureococcus anophagefferens* ("MARÉES BRUNES") SUR LES CILS LATÉRAUX DE CINQ ESPÈCES DE MOLLUSQUES BIVALVES

Christy Draper[1], Louis Gainey[1], Sandra Shumway[2,3], et Lynda Shapiro[2]

[1]Department of Biological Sciences, University of Southern Maine, Portland Maine 04103, U.S.A.; [2]Department of Marine Resources, West Boothbay Harbor, Maine 04575, U.S.A.; [3] Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, West Boothbay Harbor, Maine 04575, U.S.A.

Aureococcus anophagefferens n'a pas eu d'effet sur l'activité des cils latéraux de *Mya arenaria*, *Geukensia demissa* et *Argopecten irradians*. Par contre, il a causé une diminution importante de l'activité des cils latéraux de branchies isolées de *Mercenaria mercenaria* et de *Mytilus edulis*. Les cils latéraux des espèces insensibles à *Aureococcus* étaient également insensibles à l'action de la dopamine, un neurotransmetteur; par contre les espèces sensibles à l'action inhibitrice d'*Aureococcus* l'étaient également à celle de la dopamine.

LES HUÎTRES SONT-ELLES IMMUNISÉES CONTRE LES PROLIFÉRATIONS D'ALGUES TOXIQUES?

Sandra Shumway, Janeen Barter et Sally Sherman-Caswell

Maine Department of Marine Resources, West Boothbay Harbor, Maine 04575, U.S.A.

Il ressort d'une revue documentaire, que la prolifération d'algues toxiques n'entraîne qu'une très faible toxicité chez diverses espèces d'huîtres. Dans le cadre d'une étude entreprise dans nos laboratoires au printemps de 1988, nous avons suspendu dans des cages des huîtres *Crassostrea virginica* et *Ostrea edulis* avec des moules *Mytilus edulis* à Boothbay Harbour, dans le Maine. Nous avons fait des échantillonnages bi-hebdomadaires de toutes les espèces afin d'évaluer la toxicité due à *Alexandrium (Protogonyaulax) tamarensis*. D'après les résultats préliminaires, il est rare que les huîtres deviennent toxiques et ce, même lorsqu'on détecte des signes de grandes toxicité chez les moules du même secteur. Les données recueillies sur le terrain sont présentées, ainsi qu'une revue bibliographique sur la question.

CONTAMINATION DES MOLLUSQUES DE LA RÉGION ATLANTIQUE DU CANADA PAR L'ACIDE DOMOÏQUE EN 1988

Michael W. Gilgan, B. Garth Burns et Garry J. Landry

Ministère des Pêches et des Océans, Section de chimie, Laboratoire des services scientifiques et techniques, Direction de l'Inspection, C.P. 550, Halifax, N.É. B3J 2S7

À la fin de l'automne 1987, des mollusques contaminés à l'acide domoïque, probablement produit par la diatomée toxique *Nitzschia pungens*, ont causé de grave problèmes de santé chez plusieurs canadiens. En 1988, la contamination à l'acide domoïque de mollusques de la Région atlantique canadienne a été évaluée en faisant la CLHP d'extraits préparés suivant la méthode de l'AOAC pour l'analyse des toxines de l'IPM. Plusieurs vagues de forte contamination ont été observées chez des mollusques. Elles se caractérisaient par un début de contamination faible suivi d'une montée en flèche de la concentration d'acide domoïque à des valeurs très élevées puis d'une baisse aussi rapide. La toxine a d'abord été détectée dans des moules (*Mytilus edulis*) et des myes (*Mya arenaria*) recueillies près des rives à la fin de juillet et au début d'août dans la baie de Fundy et aux environs. L'accumulation de toxines chez ces espèces a atteint une valeur maximale (73 et 33 $\mu g.g^{-1}$, respectivement) en septembre et octobre, puis la concentration a baissé rapidement jusqu'à ce que la toxine ne soit plus détectable. Dans le secteur où l'on avait trouvé des mollusques toxiques l'hiver précédent, soit dans la rivière Cardigan à l'Î.-P.-É. et dans les environs, l'accumulation de toxines n'est devenue importante qu'à la fin de novembre et a atteint une valeur maximale en décembre (maximum de 343 $\mu g.g^{-1}$).

CONCENTRATIONS D'ACIDE DOMOÏQUE MESURÉES CHEZ *Nitzschia pungens* ET DANS LES MOULES DE L'EST DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD DE NOVEMBRE 1988 À FÉVRIER 1989

Louis A. Hanic[1] et Roland Cormier[2]

[1]Département de biologie, Université de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Î.-P.-É. C1A 4P3; [2]Ministère des Pêches et des Océans, Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6

Les concentrations d'acide domoïque mesurées dans des échantillons de *Nitzschia pungens* et de moules prélevés dans la baie St. Mary's et dans les rivières Brudenell, Cardigan, Montague, Murray et Boughton sont présentées pour la période du 1er novembre 1988 au 19 février 1989. A tous les points de prélèvement, la concentration de *Nitzschia* a monté rapidement, atteignant un maximum vers le 10 ou le 14 novembre (maximum d'environ 2×10^6 cellules.L^{-1}), puis elle a baissé tout aussi rapidement, atteignant une valeur nulle entre le 15 et le 31 décembre. La concentration d'acide domoïque suivait de près cette courbe, avec un retard de 9 à 14 jours; la valeur maximale a été mesurée le 25 novembre (343 ppm dans les moules). Il semble nécessaire que la concentration se maintienne à environ 2-4 $\times 10^5$ cellules.L^{-1} pendant 3 ou 4 semaines au moins pour que s'accumulent 20 ppm d'acide domoïque (limite fixée par le gouvernement) dans les moules.

ULTRASTRUCTURE DE *Nitzschia pungens* forma *multiseries* (Grun ex Hasle)

Daniel MacPhee[1], D. Friesen[1], L.A. Hanic[1] et D.E. Sims[2]

[1]Département de biologie, Université de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Î.-P.-É. C1A 4P3; [2]Département d'anatomie et de physiologie, Collège vétérinaire de l'Atlantique, Charlottetown, Î.-P.-É. C1A 4P3

En décembre 1988, une population naturelle de *Nitzschia pungens* forma *multiseries* produisant de l'acide domoïque a été échantillonnée dans le réseau hydrographique de la rivière Cardigan à l'I.-P.-É. L'échantillon prélevé a été examiné aux microscopes électroniques à transmission et à balayage pour voir s'il existe un vecteur génomique supplémentaire déterminant la production d'acide domoïque. Les caractères externes et internes semblaient normaux. Il n'y avait aucun signe de virus, d'ectosymbiotes ou d'endosymbiotes. Il est donc probable que la production d'acide domoïque dépend d'un mécanisme physiogénétique intrinsèque.

LES DIATOMÉES PRODUCTRICES D'ACIDE DOMOÏQUE

C.J. Bird[1], J.L. Martin[2] et L. Maranda[3]

[1]Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de Recherche du Canada, 1411 Oxford St., Halifax, N.É. B3H 3Z1; [2]Ministère des Pêches et des Océans, Station biologique, St. Andrews, N.-B. E0G 2X0; [3]Department of Pharmacognosy and Environmental Health Sciences, University of Rhode Island, Kingston, RI 02881-0809, U.S.A.

La contamination toxique des moules observée en 1987-1988 à l'Ile-du-Prince-Édouard marquait la découverte d'une nouvelle toxine des mollusques, l'acide domoïque; pour la première fois, une intoxication de ce type mettait en jeu des diatomées. En effet, c'est la diatomée pennée planctonique formatrice de chaînes, *Nitzschia pungens* f. *multiseries*, alors en prolifération, qui s'est révélée être la principale source d'acide domoïque dans ce cas. Néanmois, la pennée benthique *Amphora coffeaeformis*, beaucoup moins abondante, a été isolée de moules toxiques et s'est également révélée productrice d'acide domoïque. Par la suite, on a découvert qu'une deuxième espèce de *Nitzschia* formatrice de chaînes, *N. pseudodelicatissima*, était aussi une source d'acide domoïque dans la baie de Fundy. A l'intention des services de surveillance du plancton, nous présentons des micrographies réalisées au microscope optique et au microscope électronique qui permettent de voir les principales caractéristiques d'identification de ces espèces. Nous comparons aussi ces deux espèces de *Nitzschia* à *N. seriata*, une espèce très proche qui a été trouvée dans le même secteur à l'Ile-du-Prince-Édouard lors de la contamination de 1987-1988, mais n'a pas produit d'acide domoïque en culture et semble inoffensive.

DISTRIBUTION DES ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES TOXIQUES DANS LES EAUX COTIERES DU SUD DU GOLFE SAINT-LAURENT

Jean Worms[1], Louis Hanic[2], John C. Smith[1], et Kevin Pauley[1]

[1]Ministère des Pêches et des Océans, Centre des Pêches du Golfe, B.P. 5030, Moncton, N.-B. E1C 9B6; [2]Département de biologie, Université de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Î.-P.-É. C1A 4P3

Plusieurs espèces de phytoplancton toxique ont été detectées dans le sud du Golfe du St. Laurent. Il s'agit principalement de la diatomée *Nitzschia pungens* forma *multiseries* (acide domoïque), et des dinoflagellés *Alexandrium tamarense* (IPM), *Dinophysis norvegica*, *D. acuminata*, *D. acuta*, et *Prorocentrum lima* (IDM). Les résultats obtenus à partir des échan- tillons d'eau prélevés à 18 des quelques 70 sites échantillonnés ont été compilés et sont présentés. Ces échantillons, prélevés à l'aide de bouteilles hydrographiques, de filets à plancton ou par pompage, étaient examinés au microscope pour détecter la présence de toutes les espèces de phytoplancton toxiques ou supposées telles. Les apparitions de ces différentes espèces le long des côtes de l'île-du-Prince-Édouard, de la Nouvelle Écosse et du Nouveau-Brunswick, côté Golfe, entre juillet 1988 et septembre 1989, sont présentée de façon visuelle et semi-quantitative. Jusqu'à présent, la présence d'acide domoïque et d'IPM a été signalée dans cette région au cours des deux dernières années. La présence de nombreuses espèces de phytoplancton connues pour produire des toxines du IDM dans d'autres régions du monde, suggère que cette famille de toxines pourrait bien se retrouver au niveau des mollusques du Golfe du St.-Laurent dans un avenir plus ou moins rapproché. *N. pungens* est particulièrement abondante à la fin de l'automne et au début de l'hiver, alors qu'elle peut, comme en 1987 et 1988, provoquer la toxification des bivalves filtreurs comme la moule bleue, *Mytilus edulis*. Les espèces responsables du IDM semble préférer les eaux plus chaudes de l'été et du début de l'automne. En octobre 1988, elles avaient pratiquement disparu de cette zone. Notre information concernant *A. tamarense*, bien que plus fragmentaire, suggère que la période critique se situe entre le printemps (aussi précocement que mars) et le tout début de l'automne.

EFFETS DE L'ACIDE DOMOÏQUE SUR LE ZOOPLANCTON

Anthony Windust[1] et Jeffrey L.C. Wright[2]

[1]Département de biologie, Dalhousie University, Halifax, N.É. B3H 4H6; [2]Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de Recherche du Canada, 1411 Oxford St., Halifax, N.É. B3H 3Z1

Le zooplancton joue un rôle important dans la prolifération et la persistance phytoplanctoniques. Comme on a montré que l'acide domoïque est un insecticide puissant et qu'il est fonctionnellement similaire au L-glutamate, un neurotransmetteur qu'on trouve chez les crustacés, on a fait une série d'épreuves biologiques pour en déterminer la toxicité pour le zooplancton. On s'est servi du copépode *Pseudocalanus acuspes* comme sujet d'expérience. On a constaté que l'acide domoïque est toxique pour *P. acuspes* : la CL_{50} de 24 h est de 84 $\mu g.mL^{-1}$ et la CL_{50} de 48 h est de 52 $\mu g.mL^{-1}$. Chez les sujets témoins, conservés dans de l'eau de mer filtrée et du L-glutamate, la mortalité n'a pas été significative. On présente ces résultats et l'on donne un aperçu général des travaux en cours.

RAPPORTS DES PRÉSIDENT(E)S DE SESSION

CONFÉRENCE D'OUVERTURE

Au cours de sa conférence d'ouverture, Theodore Smayda a présenté des exemples, venant de plusieurs mers et océans, tendant à démontrer une augmentation globale de la fréquence et de l'étendu des efflorescences phytoplanctoniques, nuisibles ou non. Au nombre des espèces de dinoflagellés concernés, il cite : *Gyrodinium aureolum* des côtes nord-est des États-Unis et ouest de la Norvége; *Gymnodinium catenatum* dans les eaux du sud de la Californie et des zone conchylicoles en Espagne, au Japon et en Tasmanie; *Ptychodiscus brevis* du Golfe de Mexico à la Caroline du Nord; *Pyrodinium bahamense* var. *compressa* qui s'étend dans l'Indo-Pacifique, et *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium catenatum*, *Dinophysis fortii* et *D. acuminata* dont la progression dans les eaux japonaises est alarmante. Le mécanisme responsable de ces phénomènes reste mystérieux. Cependant, il est possible que le transport de cystes dans les ballasts de cargos et/ou la modification des courants, jouent un rôle. Il se peut également que certaine de ces espèces, bien que parties intégrantes de la flore locale, n'aient pas été signalées parce que cachées derrière des taxons plus abondants.

Des exemples d'augmentation à long terme de la fréquence annuelle des "marées rouges" ont été présentés pour la Baie de Fundy (Canada), Tolo Harbour (Hong Kong) et les côtes d'Afrique du Sud. Récemment, on a observé l'apparition de nouvelles espèces toxiques à un rythme accéléré : *Chrysochromulina polylepis* dans les eaux scandinaves, de *Chaetoceros sp.* le long des côtes de la Colombie Britanique, et de *Nitzschia pungens* à l'est de l'Île-du-Prince-Édouard (Canada), et *Ptychodiscus brevis* au large de la Caroline du Nord (U.S.A.). Au cours des dix dernières années, il y a eu, au niveau des taxons impliqués, un changement graduel des dinoflagellés aux flagellés, particulièrement les Raphidiophyceae. Comme l'indique la liste précédente, des diatomées toxiques ont également fait leur apparition.

Afin d'examiner les causes possibles de cette "épidémie" globale d'efflorescences phytoplanctoniques nuisibles, le Dr Smayda a puisé dans de longues séries temporelles de données en provenance des eaux scandinaves. Basé sur des résultats venant de la Mer Baltique, du Kattegat, du Skagerrak, du Dutch Waddenzee et de la Mer du Nord, il a montré un tendance à l'enrichissement en matières nutritives au cours des deux dernières décennies, accompagnée d'une production primaire accrue et d'efflorescences exceptionnelles. Les niveaux d'azote et de phosphore totaux, par exemple, ont été multipliés par 5,3 et 1,7 respectivement dans les eaux de surface du Skagerrak pendant la période 1971 - 1982, le tout accompagné d'une augmentation de la production primaire. Sur une période de 25 ans (1964 - 1988) les eaux de la Mer Baltique, du Kattegat et du Skagerrak ont été le théâtre de poussées phytoplanctoniques inhabituelles impliquant au moins 11 taxons, et caractérisées par des espèces nuisibles toxiques apparemment nouvelles. Dans les eaux côtières hollandaises, les apports d'azote et de phosphore par les rivières ont été multipliés par 5 et 7 respectivement depuis 1930. *Phaeocystis pouchetii* constitue un problème majeur dans ces eaux depuis 1976. L'abondance de cette espèce a augmenté sur une base annuelle, de même que le nombre d'apparition au cours de l'année et la durée de l'efflorescence printanière. D'autres exemples ont été donnés pour le German Bight, la Manche et la Mer Noire. Dans la mer intérieure de Seto (Japon), une accumulation d'éléments nutritifs, accompagnée d'une augmentation de la fréquence des efflorescences, a été suivie d'une diminution du nombre de "marées rouges" par an après la mise en place de mesures de contrôle des effluents au milieu des années 70.

Le Dr Smayda a alors présenté un hypothèse, basée sur les rapports ioniques entre les principaux éléments nutritifs, pour tenter d'expliquer les changements floristiques qui accompagnent une augmentation de la charge nutritive. I a donné des exemples montrant comment les changements de rapports ioniques sont associés avec l'enrichissement en éléments nutritifs. Dans le Rhin, les rapports N:P et Si:P ont diminué d'un facteur 6 sur une période de 20 ans (1955 -1975). Un phénomène similaire a été mis en évidence dans le cas du German Bight, de la Mer Baltique, du Kattegat et des côtes roumaines. Parallèlement, le conférencier a montré que des efflorescences remarquables de phytoplancton non-siliceux ont fait leur apparition dans ces eaux à une fréquence accrue. Il y a eu par exemple des poussées plus nombreuses, plus intenses et plus longues d'*Exuviella cordata* dans la Mer Noire, de l'algue bleue-verte *Nodularia spumigena* dans la Mer Baltique, et l'émergence, et bientôt la prédominance, du dinoflagellé *Phaeocystis pouchetii* dans les eaux côtières de la Hollande. Il a montré également, dans le cas de la Mer Baltique par exemple, que les changement dans le rapport Si:P peuvent contrôler la compétition entre les diatomées et les autres groupes, et que les changements dans le rapport N:P peuvent agir de même pour les algues bleues-vertes et les chlorophytes. Enfin, le Dr Smayda a particulièrement insisté sur le fait que d'autres facteurs sont impliqués dans la régulations des efflorescences phytoplanctoniques, bien qu'il considère que les rapports entre les éléments nutritifs ont une importance majeures dans ces phénomènes.

Des publications de Theodore Smayda sur ce sujet peuvent être consultées dans les ouvrages suivants : E. Granéli and L. Edler [Eds.], Proceedings of the Fourth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, Elsevier Sci. Publ. Co., N.Y. (1990); et E.M. Cosper, E.J. Carpenter and V.M. Bricelj [Eds.], Novel phytoplankton blooms : Causes and impacts of recurent brown tides and other unusual blooms, Lecture notes on coastal and estuarine studies, Springer-Verlag, Berlin (1989).

Session I : Production des phycotoxines marines

10:35 - 12:05 (Greta Fryxell, Texas A&M University, U.S.A.)

Divers grands thèmes ont été présentés et il s'est dégagé un certain nombre de points communs et d'observations intéressantes pour l'orientation de la recherche. Il est reconnu que *Nitzschia pungens* forma *multiseries* produit de l'acide domoïque durant la phase stationnaire; cette phase est apparemment une réponse aux fluctuations des apports de matières nutritives. En milieu naturel, le délai qui s'écoule entre le début d'une poussée et la production d'acide domoïque permet de mettre en place des mesures préventives; la surveillance du phytoplancton et de la production d'acide domoïque est donc essentielle. Le Ministère des Pêches et des Océans a établi un programme de surveillance de trois ans portant sur 43 sites de la côte atlantique. On a constaté qu'il est probablement possible de prévoir la fermeture de secteurs de production une semaine ou même plus longtemps d'avance, alors que, pour la troisième année consécutive, des efflorescences de *N. pungens* f. *multiseries* s'annoncent.

L'acide domoïque se concentre dans les glandes digestives des moules en suspension dans le plancton; les autres parties contiennent moins de toxine. On a trouvé moins d'acide domoïque dans les myes de la zone intertidale.

Des échantillons de phytoplancton provenant d'une récente prolifération dans la rivière Boughton, à l'Île-du-Prince-Édouard, ne contenaient pas d'acide domoïque. *N. pungens* f. *pungens* était l'espèce dominante dans un des échantillons. Une culture de *N. pungens* (forma *pungens* ??) provenant de Deadman's Harbor n'a pas produit d'acide domoïque. Auparavant, on avait constaté que *N. seriata*, une espèce taxonomiquement très proche, n'avait pas produit de neurotoxines en culture. Il semble que la propriété de produire la toxine de l'Intoxication Amnestique par les Mollusques ne se retrouve pas chez les taxons possédant des relations génétiques les plus étroites.

Dernièrement, on a observé la production d'acide domoïque en conditions naturelles et en culture non seulement chez *N. pungens* f. *multiseries* de l'Île-du-Prince-Édouard, mais aussi chez des chez des *N. pseudodelicatissima* de la Baie Passamaquoddy (Nouveau-Brunswick). Dans cette région, le seul échantillon contenant de l'acide domoïque était dominé par *N. pseudodelicatissima*. *N. pungens* était rarement observé, et, si présent, représentait moins de 1% du total des cellules. Il est donc peu probable que l'acide domoïque trouvé dans cette région provienne de cette dernière espèce.

Différentes méthodes ont été utilisées pour détecter l'acide domoïque. Dans l'hypothèse où ces méthodes sont comparables, les résultats montreraient que, dans certaines conditions, la capacité à produire de l'acide domoïque pourrait être très répandue. Il est donc essentiel de comparer les méthodes avant de chercher l'origine de la toxine associée aux diatomées, peut-être même une bactérie, en vue de traiter le problème directement et d'exercer un contrôle efficace.

Au cours des dix dernières années, en Colombie Britannique, des données sur le phytoplancton ont été recueillies dans la zone du plateau continental mais pas dans la zone côtière. Elles permettent de constater que, d'avril à octobre, *N. pungens* n'est qu'occasionnellement prédominant au large de la côte sud-ouest de l'île de Vancouver. L'examen au MEB d'un échantillon prélevé à la péninsule Brooks en août 1989, révèle que *N. pungens* f. *pungens* est très abondant et que la forme *multiseries* est présente. Bien que l'on n'ait pas encore montré qu *N. pungens* produise de l'acide domoïque le long de la côte ouest, sa présence est inquiétante et l'échantillonnage de surveillance continuera.

13:30 - 14:30 (W. Irwin Judson, Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown)

Dans la deuxième partie de la Session I, les présentations faisaient le point sur la culture de *N. pungens* en laboratoire et en conditions de culture de masse. Les trois exposés présentés rendaient compte du travail réalisé sur les mécanismes biologiques et biochimiques de la production de l'acide domoïque ainsi que sur les facteurs limitants (p. ex., la lumière, les substances nutritives) qui régissent l'élaboration de cette toxine.

Il est bien établi que l'acide domoïque n'est pas produit durant la phase de croissance exponentielle, mais seulement lorsque la division cellulaire cesse. Il semble, d'après le travail d'Anthony de Freitas et de Stephen Bates, que la lumière et les substances nutritives aient une influence. Ces chercheurs ont en effet constaté qu'une culture de *N. pungens* ne produit pas d'acide domoïque à l'obscurité et que pour en produire, durant la phase stationnaire, les cellules ont besoin de nitrate.

Si l'on cultive *N. pungens* en vue de produire de l'acide domoïque pour des études de comportement trophique, il est important de savoir que, dans l'état actuel de nos connaissances, la taille des cellules dans ce genre de culture semble diminuer progressivement d'une génération à l'autre. Par conséquent, dans ce genre d'expériences, il faut tenir compte du fait que les moules sélectionnent les cellules en fonction de leur grosseur, surtout si les cellules témoins non toxiques ne sont pas de la même grosseur que les cellules étudiées.

Randy Angus a remarqué un phénomène intéressant : dans certaines cultures en conditions de restrictions de substances nutritives, il a observé une anomalie morphologique. En l'occurrence, il s'agit d'une ondulation particulière que présentent les cellules de certaines chaînes de *N. pungens*.

Une autre observation générale revient dans les trois exposés : il est possible que des champignons et des bactéries jouent un rôle dans la production d'acide domoïque chez *N. pungens*. Cette hypothèse ne sera vérifiée que lorsqu'on disposera de cultures de *N. pungens* réellement axéniques; on recommande de poursuivre les recherches sur ce point.

Les exposés montrent que l'étude de la production de l'acide domoïque a considérablement progressé, mais qu'il nous reste beaucoup de travail à faire pour connaître les interrelations qui existent entre les diverses substances nutritives mises en jeu, pour déterminer ce qui déclenche la production de la toxine, et pourquoi cette toxine est produite et enfin, pour mettre en relation les connaissances acquises avec les conditions naturelles.

Session II : Les phycotoxines marines dans le réseau alimentaire et dans l'environnement

14:30 - 16:30 (David J. Scarratt, Ministère des Pêches et des Océans, Halifax)

On comprend sans peine qu'il est important de connaître l'abondance et la distribution des espèces phytoplanctoniques toxiques, mais qu'il est aussi essentiel d'avoir des renseignements détaillés sur ce qu'il en advient. Il ne s'agit pas seulement des conséquences environnementales et commerciales des proliférations toxiques, mais aussi des mécanismes de décomposition et de dispersion des toxines. La séance a commencé par une présentation de David Wildish qui a décrit un bassin recirculant conçu pour l'étude du comportement alimentaire des bivalves. Grâce à ce montage, il est possible de régler l'écoulement à proximité des bivalves étudiés et d'injecter automatiquement du seston dans l'eau au moyen d'une pompe réglée par une commande à infrarouge. Un enregistreur à canaux multiples permet de produire un enregistrement du taux d'alimentation des bivalves en fonction du temps.

Jennifer Martin a présenté un exposé sur la distribution anatomique des toxines de l'intoxication paralysante par les mollusques dans les myes de deux gisements du comté de Charlotte (N.-B.) situés tout près l'un de l'autre et se distinguant par le fait que dans l'un, les myes sont toxiques toute l'année, alors que, dans l'autre, elles ne le sont que de façon saisonnière. La concentration de toxines mesurée dans la glande digestive était élevée, mais c'est dans le rein, le coeur et d'autres tissus entourant cet organe qu'elle était le plus élevée. On a constaté que la concentration relative des différentes toxines changeait au cours de l'année, ce qui indiquerait soit un phénomène d'interconversion soit un phénomène de rétention sélective. Katz Haya a noté par contre que presque 90 % de la toxine se retrouvait dans la glande digestive des moules d'un troisième gisement du comté de Charlotte. Les moules gardées à la surface étaient les plus toxiques, tandis qu'il ne s'est pas accumulé de toxine chez celles qui sont restées à une profondeur de 5 m ou plus. Brenda Waiwood a parlé des toxines de l'IPM détectées chez le maquereau après une efflorescence d'*Alexandrium fundyense*. D'après les données recueillies à ce sujet, il est très possible que les toxines de l'IPM s'accumulant chez le maquereau ne proviennent pas exclusivement d'*A. fundyense*.

Carl Boyd a donné un exposé dans lequel il a fait le point sur les mécanismes par lesquels les neurotoxines influent sur la régulation ionique cellulaire. Leur structure moléculaire est telle que certains canaux ioniques cellulaires sont bloqués, de sorte que la cellule ne peut plus fonctionner normalement. Ce phénomène pourrait être mis à profit dans les programmes de recherche sur les toxines marines.

8:30 - 10:00 (John C. Smith, Ministère des Pêches et des Océans, Moncton)

La seconde partie de la Session II comportait des exposés traitant de l'absorption de l'acide domoïque et de sa dépuration par les mollusques, et des effets de la prolifération des algues sur les coquillages et sur l'aquaculture. Enfin, une présentation faisait le résumé d'un certain nombre de questions abordées à la 4ème Conférence internationale sur le phytoplancton marin toxique, tenue à Lund, en Suède, en juin 1989.

Pour étudier l'absorption de l'acide domoïque et la dépuration en laboratoire, il faut être en mesure de produire des coquillages toxiques dans des conditions artificielles. Pour ce faire, on donne comme nourriture aux coquillages des cultures de *N. pungens* toxiques ou des aliments d'origine artificielle contenant de l'acide domoïque. Les résultats préliminaires du travail réalisé suivant ces deux approches ont été présentés au cours de la séance.

Irené Novaczek s'est servi de liposomes synthétiques comme transporteurs d'acide domoïque. Dans son exposé, elle a parlé des avantages et des inconvénients de cette méthode. Les avantages résident dans le fait qu'il est facile de produire des liposomes renfermant de l'acide domoïque à diverses concentrations et que les moules peuvent les dégager du milieu environnant. Il est aussi possible d'y incorporer une molécule radiomarquée, ce qui permet d'étudier l'accumulation de l'acide domoïque dans les divers tissus du coquillage par autoradiographie et de mesurer le taux d'élimination par comptage à scintillation liquide. Certaines personnes de l'auditoire ont toutefois émis des réserves, estimant que les liposomes synthétiques de 2 à 5 µm de diamètre ne sont peut-être pas assez gros pour être employés dans la ration des moules. Les résultats obtenus jusqu'ici indiquent que même si les moules peuvent dégager une proportion significative des liposomes synthétiques du milieu, elles ne retiennent qu'une très faible partie de l'acide domoïque que ceux-ci renferment, et cette fraction est très résistante à la dépuration. Il semble qu'en modifiant la concentration d'acide aminé libre cytosolique en faisant varier la salinité, on pourrait faciliter l'élimination de l'acide domoïque résiduel. Cependant, ce phénomène ne présente, pour le moment, que peu d'intérêt, à moins que ne soit abaissé dans une mesure significative le niveau déterminant la fermeture d'une exploitation.

David Scarratt a expliqué comment il fait la culture de *N. pungens* en laboratoire. À 15 C, la croissance atteint un rythme raisonnable dans des bombonnes (jusqu'à 200 000 cellules.mL^{-1}), mais la contamination a posé certaines difficultés lorsqu'on a voulu passer à une plus grande échelle en faisant de la culture dans de grandes colonnes. En se basant sur les résultats de Michael Gilgan, qui a constaté que la concentration d'acide domoïque varie beaucoup d'une moule à l'autre, D. Scarratt a déterminé que, pour l'étude de l'absorption et de la dépuration, il a besoin de 300 moules de grosseur commerciale et, par conséquent, qu'il lui faut environ 40 L de *N. pungens* matures par jour, pendant une période de 10 à 15 jours, à une concentration de 200 000 cellules.mL^{-1}, avec une moyenne de 5 pg d'acide domoïque par cellule. L'utilisation de *N. pungens* toxiques comme source d'acide domoïque présente un intérêt certain parce que c'est un aliment naturel pour les moules, mais il est difficile et long d'en produire de telles quantités.

Les travaux réalisés avec des moules naturellement contaminées ont permis de constater que la dépuration se fait rapidement jusqu'à 20 ppm lorsque les moules sont placées dans un milieu propre, mais l'élimination complète de l'acide domoïque résiduel est longue. On a aussi étudié l'effet de la température sur le taux de dépuration. La lenteur de l'élimination de l'acide domoïque résiduel, qui peut prendre jusqu'à un an, reste une question qu'il serait intéressant d'éclaircir. David Scarratt a également étudié en laboratoire des moules cultivées dans des suspensions de *N. pungens*. Il a constaté que c'est à une concentration de 1 000 cellules.mL^{-1} que les moules commencent à produire des pseudo-faeces, densité très comparable à la concentration atteinte durant une efflorescence de *N. pungens*. En conditions naturelles, les moules accumulent aussi de très grandes quantités de *N. pungens*. Cet écart, de même que l'éventuel effet neurologique qu'aurait l'acide domoïque sur le mode d'alimentation des moules, restent à étudier.

Sandra Shumway s'est penchée sur les effets nuisibles de la prolifération d'organismes toxiques sur l'industrie des coquillages en soulignant que la prolifération d'organismes nuisibles (par opposition aux organismes toxiques) peut avoir d'aussi lourdes conséquences. Non seulement les poussées proliférative sont-elles un danger pour la santé publique, mais elles ont aussi été la cause de phénomènes de mortalité massive de mollusques. Il semble que le problème de la prolifération d'espèces phytoplanctoniques toxiques soit de plus en plus répandu et que la fréquence, de même que l'amplitude de ces phénomènes, soient en augmentation. En outre, la liste des espèces phytoplanctoniques mises en jeu dans ces poussées toxiques s'allonge. Il semble que les apports anthropiques en zone côtière jouent beaucoup en faveur de la prolifération d'espèces toxiques et de la modification de la composition de la flore, mais il faut aussi tenir compte des effets que peuvent avoir les changements climatiques à long terme sur ces phénomènes. La prolifération d'algues toxiques a de lourdes conséquences pour l'industrie des coquillages, car il faut imposer des restrictions touchant la récolte et la vente pour protéger la santé publique. Ces restrictions se traduisent par du chômage pour les pêcheurs ainsi que pour les travailleurs de la transformation et de la mise en marché. En outre, on hésite à se lancer dans une telle industrie et la méfiance suscitée chez le consommateur a des conséquences sur les ventes.

Plusieurs facteurs peuvent influer sur la toxification et la détoxification des mollusques, entre autres, la toxicité initiale des organismes en prolifération, la température et de la salinité, des facteurs biologiques comme l'âge, la taille et la maturation sexuelle des mollusques, la propriété de fixer la toxine des diverses espèces de mollusques et leurs préférences alimentaires quant aux diverses espèces phytoplanctoniques toxiques. Des travaux antérieurs sont cités, dans lesquels on a observé que l'accumulation de toxines a des effets nuisibles chez les mollusques : anomalies du mode d'alimentation, diminution de la sécrétion de byssus, ramolissement du syphon, béance, diminution du débit de pompage, augmentation du rythme de fermeture des valves, taux d'excrétion anormal, augmentation de la production de mucus et augmentation de la mortalité. À l'heure actuelle, seul un

programme de surveillance du phytoplankton permet de détecter les efflorescences anormales et de déterminer à temps leur degré de toxicité. Il est important de détecter les poussées dès que possible afin que l'industrie et le public soient prévenus et que les exploitations soient fermées, s'il y a lieu, en temps opportun.

Ewen Todd a présenté un exposé sur quelques-uns des sujets abordés à la 4ème Conférence internationale sur le phytoplancton marin toxique dont les comptes-rendus complets paraîtront au début de 1990 (E. Granéli and L. Edler (Eds.) Proceedings of the Fourth International Conference on Toxc Marine Phytoplankton, Elsevier Sci. Publ. Co., N.Y.). On a montré que plusieurs espèces de *Dinophysis* et de *Prorocentrum* produisent de l'acide okadaïque et les composés qui en dérivent. D'après des travaux de modélisation, la turbulence verticale contribuerait, dans une mesure importante, à prévenir la prolifération de *Dinophysis* étant donné que la lumière ne pénètre pas très profondément l'eau dans de telles conditions. La stabilité de l'acide okadaïque et de ses dérivés a retenu l'attention. Ces composés sont sensibles à la lumière, à la chaleur et à l'oxygène. La dinophysistoxine-1 (DTX1) semble plus instable que l'acide okadaïque. Il est donc plus difficile d'obtenir des résultats reproductibles lorsqu'on analyse la DTX1. Par ailleurs, dans la méthode de détection par fluorescence de l'acide okadaïque, après préparation de dérivés par réaction avec l'ADAM, il semble que le temps de réaction entre le conjugué et les toxines de référence soit généralement trop court, de sorte que la courbe d'étalonnage tracée pour l'acide okadaïque et la DTX1 peut être trop basse et que le dosage de ces toxines dans les tissus de mollusque peut donner des valeurs trop élevées. Dans certains laboratoires, on a constaté la perte d'une partie du dérivé de l'acide okadaïque sur les cartouches de silice à l'étape du nettoyage. Il se pourrait que cette perte soit liée à la qualité de la silice et des solvants utilisés; c'est à l'utilisateur de le déterminer. Il est recommandé de produire un étalon interne en raison de l'instabilité des toxines associées avec l'acide okadaïque et de la difficulté que présente la production de ces composés. On pourrait probablement utiliser l'acide désoxycholique à cette fin car ce composé a des propriétés chimiques et physiques semblables à celles de l'acide okadaïque et de la DTX1. Une étude inter-laboratoires a été menée récemment pour évaluer la méthode de CLHP. Il en est clairement ressorti une bonne concordance des résultats dans un même laboratoire, mais des variations inacceptables d'un laboratoire à l'autre. En conclusion, il est recommandé que les laboratoires où cette méthode de CLHP est utilisée dans le contrôle de la qualité des produits dérivés de mollusques, présentent des résultats d'inter-étalonnage acceptables pour être autorisés à poursuivre les analyses. En outre, il faut définir les concentrations maximales de toxines admissibles en gardant une importante marge de sécurité étant donné la grande variation observée entre les résultats de différents laboratoires. Enfin, la nécessité pour les laboratoires du Canada d'adopter une méthode adéquate pour l'analyse des toxines de l'IDM a été soulignée.

Au cours de cette conférence, Kodama et Ogata ont présenté divers cas dont l'étude a mis en évidence une relation étroite entre des dinoflagellés et les bactéries qui s'y associent et qui produisent les toxines de l'IPM. Cette relation semble spécifique de la souche et de l'espèce. Par contre, selon Shimizu, il y a un certain degré d'incertitude quant au rôle des bactéries dans la production des toxines de l'IPM car l'arrangement de l'ADN des souches toxiques et des souches non toxiques est semblable; en outre, les souches toxiques ne perdent pas leur toxicité lorsque les conditions de transfert et de culture changent. Enfin, l'analyse par enzymes de restriction ne permet pas de détecter de séquences communes chez les dinoflagellés et les bactéries qui s'y associent. Jusqu'ici, il n'a pas été possible d'isoler les bactéries et de reproduire les résultats de Kodama et d'Ogata dans d'autres laboratoires.

Session III : Aspects non biologiques des phycotoxines marines

11:10 - 14:45 (Président : Roger Foxall, Laboratoire de recherche de l'Atlantique, Conseil National de Recherche du Canada) (Rapporteur : Stephen Bates, Ministère des Pêches et des Océans, Moncton)

Cette séance a réuni cinq conférenciers invités qui ont fourni chacun un aperçu des aspects relatifs à la santé humaine, du programme d'inspection du M.P.O., des aspects analytiques ainsi que de la perspective de la culture des mollusques et crustacés. Trish Perl a présenté l'intoxication ciguatérique, l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM) ainsi que l'intoxication amnéstique par les mollusques (IAM), d'un point de vue clinique. Il est possible de faire la distinction entre ces types d'intoxication à partir de la symptomatologie caractéristique de chacune. Cependant, le problème actuel tient à ce que la plupart des médecins sont mal renseignés sur les intoxications par les mollusques et crustacés. Ils peuvent donc avoir de la difficulté à diagnostiquer ces troubles, particulièrement puisqu'il n'existe pas de test clinique. Des 145 cas probables d'intoxication attribuables à l'acide domoïque, 107 répondaient à la définition clinique stricte et 4 décès ont été officiellement rapportés. Dans le cas de l'IAM, les facteurs de risque sont les suivants : la concentration en acide domoïque des moules, et les caractéristiques du patient, notamment l'âge et, probablement, le fonctionnement rénal, qui ne peuvent être distingués pour l'instant. Le faible taux de morbidité (environ 2 %) de l'IAM correspond bien à la faible toxicité spécifique de cette toxine; ce taux a été calculé durant la détermination initiale de ce composé après l'épisode de toxicité de 1987. Les médecins auront retenu de l'épisode initial d'IAM que la communication entre la Direction de la surveillance du MPO. et les services sanitaires des gouvernements fédéral et provinciaux n'est pas optimale. Une meilleure concertation contribuerait à détecter les problèmes de toxicité et à définir leur fréquence.

Régis Bourque a donné un bref aperçu du programme de surveillance du Ministère des Pêches et des Océans Avant l'épisode d'IAM de 1987, seulement 40 à 50 échantillons étaient examinés par année dans la région du Golfe. En 1988, 270 stations ont été inspectées régulièrement, soit plus de 5500 échantillons au total. De nouvelles ressources ont été consenties afin de constituer des laboratoires servant aux essais biologiques ou pour l'achat d'instruments de chromatographie en phase liquide à haute performance dans cinq régions du MPO, ceci afin de permettre que les échantillons soient analysés sur place. Il importe que les inspecteurs et la communauté scientifique communiquent. Par exemple, la Direction des Sciences du MPO travaille en étroite collaboration avec la Direction de l'Inspection afin d'évaluer le potentiel du phytoplancton comme moyen d'alerte rapide en cas d'efflorescence d'algues toxiques. La surveillance du phytoplancton peut également orienter les efforts d'inspection vers des secteurs qu'il y aurait lieu de suivre de plus près.

Allan Cembella a donné un aperçu ainsi qu'une comparaison des essais biologiques, des méthodes chimiques et des tests immunologiques afin de détecter et de doser les phycotoxines marines. On peut identifier trois approches distinctes mais complémentaires : (1) installations nationales de chimie analytique à haute performance pour l'identification de nouveaux composés, (2) laboratoires de recherche pour l'analyse des toxines dans les études relatives à l'absorption, à la dépuration et au métabolisme, (3) installations pour la surveillance de routine des toxines; ce type d'installations demandent une résolution plus basse mais un débit supérieur. Pour fins de réglementation, les essais biologiques sur les souris montrent une bonne corrélation interlaboratoire et offrent des résultats et une sensibilité adéquate; c'est pourquoi cette méthode demeure celle de choix pour la détection des toxines paralysantes (IPM). La méthode la plus couramment utilisée de CLHP avec dérivation par fluorescence (technique Sullivan), appliquée au dosage des toxines d'IPM présente une bonne corrélation ($r = 0,88$) avec les essais biologiques sur les souris lors de comparaisons sur une vaste plage de concentrations de toxines (42 à 10 000 µg STX eq.100 g^{-1}). Cependant, à l'intérieur de la plage critique de 42 à 80 µg STX eq.100 g^{-1} (la limite de détection du bio-essai sur les souris et le plafond réglementaire acceptable pour la consommation humaine, respectivement), il n'y a pas de corrélation entre les

résultats de dosage des toxines par l'une ou l'autre de ces méthodes. Un pic qui correspond à la toxine responsable de l'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM), celui de l'acide okadaïque, a été détecté par CLHP dans un échantillon obtenu au filet à plancton dominé par *Dinophysis* spp. On a également enregistré une réponse positive à partir du même échantillon et avec une trousse d'essai immunologique pour l'IDM.

Les tests immunologiques font appel aux anticorps monoclonaux ou polyclonaux. L'Institut Armand Frappier a mis au point une trousse de dosage avec immuno-adsorbant lié à une enzyme (technique ELISA) qui est utilise un anticorps polyclonal pour la détection de la saxitoxine (IPM). La trousse offre une sensibilité suffisante (1 à 80 µg STX eq.100 g^{-1}) pour fins réglementaires. La corrélation entre les teneurs en saxitoxine mesurées par la trousse ELISA et celles dosées par CLHP est bonne; cependant, la concentration totale en toxines IPM se trouve sous-estimée par la technique immunologique courante. Malgré une assez bonne affinité de liaison (donc possibilité de détection) de certains autres dérivés de la saxitoxine, notamment les gonyautoxines II et III, la néosaxitoxine est faiblement liée seulement et les toxines N-21-sulfocarbamoyl (C 1,2,3,4) ne le sont pas du tout. Des anticorps monoclonaux spécifiques à plusieurs dérivés de la saxitoxine sont en préparation. Il ne sera peut-être pas nécessaire d'avoir des anticorps monoclonaux pour chacune des toxines de l'IPM, et il suffirait d'avoir plusieurs anticorps hétérospécifiques avec d'autres membres d'un même sous-groupe de toxines (p. ex., le cortège de la saxitoxine ou de la néosaxitoxine). Une trousse IDM, qui utilise une réaction avec anticorps monoclonal conjugué à une enzyme, est fabriquée par UBE Industries au Japon. On obtient une bonne réactivité entre l'acide okadaïque et la dinophysistoxine-1, mais il y a une mauvaise hérétospécificité avec la yessotoxine et d'autres composés toxiques de l'IDM. Les progrès sont freinés par la disponibilité restreinte d'étalons de toxines IPM et IDM pures.

Selon Mike Quilliam, la technique des bio-essais sur les souris pour la détection des toxines constitue la seule méthode approuvée par le USFDA; cependant, elle comporte des failles majeures : elle ne peut détecter les cryptotoxines, n'offre pas de détermination spécifique, a une plage dynamique réduite, est susceptible aux interférences par des sels (p. ex., Zn), a une sensibilité trop faible pour l'acide domoïque (environ 150 ppm contre un niveau d'intervention de 20 ppm) et enfin, la voie d'administration diffère de la situation chez les personnes (injection IP contre ingestion orale). En outre, c'est une méthode coûteuse, qui demande beaucoup de travail et le risque d'être exposée aux pressions des groupes de protection des animaux, comme c'est le cas en Europe de l'Ouest. Les méthodes d'analyse aux instruments sont souhaitables pour la détection, la détermination et le dosage des toxines marines, mais ces composés sont à l'origine de problèmes techniques importants puisqu'ils sont habituellement polaires, labiles et souvent dépourvus de chromophores (exception faite de l'acide domoïque); de plus, ils se trouvent dans des matrices complexes. Il existe plusieurs méthodes de détection et de dosage de l'acide domoïque. L'extraction aqueuse donne la meilleure récupération, mais la méthode AOAC eau/acide donne des résultats comparables, essentiellement à cause de l'annulation fortuite de deux erreurs. Une méthode par CLHP-UV, facile d'application, a une limite de détection de 0,7 $\mu g.g^{-1}$ de tissu frais. Cependant, la détermination, fondée uniquement sur la durée de rétention, risque d'être trompeuse et il est recommandé de la confirmer par spectroscopie UV avec un détecteur à diodes multiples. Une méthode plus sensible a été mise au point. Elle repose sur la dérivation FMOC avant passage sur colonne, suivie d'une CLHP à détection par fluorescence. La limite de détection est de 15 $pg.mL^{-1}$ pour les échantillons d'eau de mer. Pour les tissus de moule, il est nécessaire de procéder à une étape de nettoyage et un contrôle serré des blancs est essentiel. La spectrométrie de masse par pulvérisation ionique est une méthode attrayante et efficace dans le cas de la plupart des toxines marines. Cette méthode a donné jusqu'ici des résultats spectaculaires avec l'acide domoïque et la saxitoxine, et elle s'est révélée intéressante avec les toxines de l'IDM. La spectrométrie de masse en tandem permet de réaliser des déterminations précises et constitue un moyen de confirmation sans ambiguïté. Les méthodes aux instruments sont très sensibles et très spécifiques, elles ont une plage dynamique étendue, se prêtent à l'automation totale, y compris la préparation des échantillons, et apportent une confirmation spectroscopique souvent requise par la loi.

en cas de litige. Cependant, ces méthodes dépendent d'étalons et de matériaux de référence pour leur mise au point et leur validation ainsi que pour l'étalonnage des instruments et l'assurance de qualité. Le programme des étalons marins de chimie analytique du Centre National de Recherche est orienté vers la production de ces matériaux de référence. Il a produit une solution d'étalonnage des instruments (DACS-1) ainsi qu'un matériel de référence de tissus de moules (MUS-1), contenant des concentrations connues d'acide domoïque.

M. Wayne Somers a fait l'analyse de l'incidence des proliférations d'algues toxiques sur l'industrie de la culture des moules de l'Île-du-Prince-Édouard. La croissance rapide de cette industrie au cours des dix dernières années s'est stabilisée en bonne partie à cause de la publicité négative faite dans les médias après l'épisode de l'acide domoïque en 1987. Les éleveurs ont peu de moyens de défense contre les proliférations naturelles de phytoplancton toxique. Cependant, ils peuvent s'assurer d'une surveillance plus intense et faire des relevés relatifs aux conditions qui entourent ces proliférations; cela devrait contribuer à mieux prévoir les prochaines proliférations. Il est peu probable que les éleveurs puissent coopérer dans une mesure importante (p. ex., en faisant un suivi du phytoplancton au microscope) à cause de contraintes financières et de temps. Il est possible pour cette industrie d'être efficace malgré les proliférations d'algues toxiques pourvu qu'il y ait un contrôle adéquat des proliférations, car l'espèce qui produit l'acide domoïque ne survit jamais longtemps. À ce jour, le problème majeur de l'industrie est la mortalité massive d'une certaine partie de la population exploitable après la ponte d'août. Des programmes de recherche devraient être orientés sur ce problème. Les éleveurs peuvent se protéger en prenant des polices d'assurance spéciales pour les aquiculteurs, disponibles depuis peu, et en se procurant des stocks de reproducteurs de différentes régions, puisque la susceptibilité à la mortalité massive peut être en partie d'origine génétique. L'industrie veut s'employer à régler les problèmes de communication avec les gouvernements et les chercheurs. Les publications existantes dans le domaine de l'aquaculture pourraient servir à transmettre l'information sur les progrès technologiques, les percées scientifiques ainsi que les renseignements d'ordre pratique.

DISCUSSION/DÉBAT

15:30 - 16:30 (Alvars Stasko, Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa)

Participants :

Greta Fryxell	Texas A&M University, U.S.A
Irwin Judson	Min. Pêches et Aquaculture de l'Î.-P.-É., Charlottetown
David Scarratt	Pêches et Océans, Halifax
John Smith	Pêches et Océans, Moncton
Roger Foxall	C.R.N., Halifax
Régis Bourque	Pêches et Océans, Moncton
Allan Cembella	Pêches et Océans, Mont-Joli
Michael Quilliam	C.N.R., Halifax
Wayne Somers	P.E.I. Mussel Growers' Association, Murray Harbour

Les président(e)s de session et conférenciers invités se sont réunis afin d'analyser les orientations futures de la recherche. Pour lancer le débat, M. Stasko a fourni un bref résumé des sujets couverts durant l'atelier et proposé des axes de discussion :

- production de phycotoxines
- devenir des phycotoxines dans le milieu
- inspection
- techniques d'analyse et normalisation
- prévision de nouveaux épisodes toxiques
- communication des renseignements scientifiques à l'industrie

Bien que le débat ne soit pas lié rigidement à la liste proposée, les différents domaines ont été abordés, à l'exception du devenir des phycotoxines dans le milieu. Ce qui suit constitue un bref résumé des échanges.

Une question a été soulevée quant aux unités les plus utiles pour exprimer les concentrations en toxines. Dans certains cas, les bivalves ne concentrent pas, mais rejettent spécifiquement, les organismes toxiques. C'est pourquoi il serait utile de préciser si on veut mesurer la concentration en toxines dans l'eau ou dans les moules, ou encore dans l'ensemble des tissus des moules ou dans l'hépatopancréas seulement. La concentration en toxines par unité de chlorophylle a semblé pouvoir constituer une autre mesure possible. Les dernières unités proposées ont été jugées de valeur limitée car il y a souvent plus d'une espèce productrice de toxines qui est en cause. La considération prédominante dans le choix des unités à utiliser pour présenter les données sur la toxicité doit, en définitive, être les besoins de l'utilisateur, qu'il s'agisse du chercheur, de l'aquiculteur ou du consommateur.

La normalisation des méthodes d'analyse est l'objet de préoccupations. Le Conseil national de recherche aura bientôt un spectromètre de masse à pulvérisation ionique qui rendra possible l'étalonnage des méthodes chromatographiques. Cependant, tant qu'il y a un étalon constitué par une toxine de référence, toute méthode peut être calibrée contre cet étalon. L'acide domoïque est maintenant disponible comme matériel d'étalonnage des instruments et comme matériel de référence. Pour des fins d'inspection, les équipes d'inspection devraient utiliser les mêmes méthodes. Il y a lieu également de normaliser l'identification des espèces phytoplanctoniques. Il faut améliorer la consistance dans l'identification des espèces grâce à des calibrations inter-laboratoires. Afin d'identifier si une toxine est réellement présente dans les organismes, il faut établir un lien entre la chémotaxonomie et la morphotaxonomie qui trouve corps dans une méthode d'analyse sur le terrain.

Devant les préoccupations de l'industrie face aux causes de la mortalité massive des moules, quelqu'un a proposé qu'il puisse s'agir d'un problème local. L'expérience d'un terrain donné et des indices observables à l'oeil permettent souvent de prédire quand un problème commence et quels lignes d'élevage seront atteintes. La capacité de charge d'un emplacement donné, par rapport au taux de croissance et aux maladies, est une autre des préoccupations de l'industrie. En Europe, on a tenté de modéliser la capacité de charge, mais chaque emplacement a ses propres facteurs limitants. Dans l'expérience européenne, la méthode par tâtonnement s'est révélée le plus pratique. Il serait possible de développer des modèles génériques pour les aspects biologiques de la question. Cependant, les fonctions de contrainte physique (volume, échanges tidaux, ruissellement d'eau douce) sont les facteurs qui varient le plus d'un endroit à l'autre; éventuellement, il devrait être possible d'ajuster les facteurs physiques dans les modèles. Quelqu'un a suggéré que les techniques d'analyse multivariée des données locales, plutôt que la modélisation, pourraient constituer un outil acceptable.

La discussion revenant sur les toxines, la question a été posée à savoir si des toxines inconnues jusqu'à présent pourraient être déterminées à partir de leur structure chimique. La difficulté associée à cette approche est qu'il faudrait présélectionner un grand nombre d'organismes et de composés chimiques. Il n'est tout simplement pas pratique de procéder à des présélections de composés qui nous sont encore inconnus. Il faut avoir une indication du problème, un signal, pour pouvoir concentrer les efforts dans certaines directions. La structure chimique même des ciguatoxines n'a été déterminée que récemment. Pour l'instant, on peut rester en alerte en suivant la recherche qui se fait dans le monde et en continuant d'exceller sur le plan analytique. Au Japon, la biotechnologie marine devient un domaine national de haute priorité pour l'industrie et attire ainsi des investissements importants.

La communication entre chercheurs est excellente dans le domaine des phycotoxines. Mais la communication du savoir scientifique à l'industrie de l'aquaculture nécessite différents canaux et doit être améliorée. Par exemple, comment certains des thèmes les plus pertinents du présent atelier seront-ils communiqués à l'industrie. Les journaux et les revues spécialisées en aquaculture sont des véhicules commodes qui pourraient être utilisés plus fréquemment qu'avant. Une voie de communication qui existe déjà est celle du bulletin produit par le ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Î.-P.-É.; il informe les éleveurs de moules des résultats d'inspections. Ce bulletin pourrait servir à communiquer des connaissances scientifiques plus larges. Des moyens semblables pourraient être utilisés dans d'autres provinces, là où ils existent. Sur la côte du Pacifique, la B.C. Salmon Farmers' Association exploite un service téléphonique de type 1-800 qui fournit un rapport sur les résultats produits par le réseau de surveillance. Des échantillons sont prélevés et remis à une personne à contrat qui fait l'analyse et rédige les rapports quotidiens transmis par le service téléphonique 1-800. Ce réseau téléphonique permet également aux personnes d'ajouter un message quotidien en rapportant des observations à jour qui proviennent de leur région. Cette formule pourrait être un moyen très rapide et très efficace de communication. Les babillards électroniques pourraient également servir s'il y avait assez d'éleveurs ayant accès à des ordinateurs. Du point de vue de l'inspection, l'objectif final doit être la communication adéquate de façon à prévenir toute crise comme celle de 1987. Un objectif de communication serait de décider quelles sont les questions auquelles les scientifiques se doivent de répondre. Trouver de bonnes réponses à de mauvaises questions est une perte d'énergie. La recherche doit être centrée sur des problèmes réels et faite de façon à apporter des éléments de solutions.

PROGRAMMES DE RECHERCHE MIS EN OEUVRE PAR DES AGENCES FÉDÉRALES ET PROVINCIALES

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA

Avant la crise de l'acide domoïque de novembre et décembre 1987, le laboratoire de recherche de l'Atlantique (LRA), Conseil National de Recherche, étudiait la chimie et le dosage des toxines responsables de l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM), conjointement avec Pêches et Océans ainsi que Santé et Bien-Être, par l'entremise d'une proposition non sollicitée de M. Peter Wangersky de l'université Dalhousie. M. Wangersky a obtenu un financement du CNRC jusqu'au 31 décembre 1989 pour la fourniture à cet organisme de cellules de dinoflagellées produites par ses cultures en turbidostat. Depuis qu'on a découvert que l'acide domoïque est une toxine des mollusques, le LRA s'est intéressé à cette nouvelle toxine et à ses composés apparentés ainsi qu'aux toxines responsables de l'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM); cela s'est fait par le biais d'une entente de recherche conjointe conclue avec OceanChem Research Ltd., de Dartmouth en Nouvelle Écosse. Dernièrement, M. Roger Pocklington (Pêches et Océans) a été détaché auprès du LRA afin de contribuer au développement de méthodes analytiques de détection des toxines chez les mollusques. Voici une liste des projets de recherche.

Acide domoïque :

1. Développement et application réussis d'une méthode d'analyse par CL-UV de l'acide domoïque dans une variété de milieux.

2. Développement d'une méthode d'analyse de traces (CL-fluorescence) de l'acide domoïque trouvé dans des échantillons d'eau de mer et de plancton.

3. Développement d'une méthode de CG-SM pour le dosage de l'acide domoïque.

4. Étude de nouvelles méthodes de CL-SM pour l'isolement et la détection de l'acide domoïque et de ses composés apparentés.

5. Introduction d'une solution d'étalonnage des instruments et de matériel de référence de tissus de moules servant au dosage de l'acide domoïque.

6. Détermination et synthèse en laboratoire des principaux isomères de l'acide domoïque trouvés dans les tissus de moules et le phytoplancton.

7. Évaluation de l'activité biologique de ces isomères et dérivés.

8. Étude des effets de l'acide domoïque sur le zooplancton.

9. Culture réussie, à moyenne échelle, de *N. pungens* forma *multiseries* pour la production d'acide domoïque.

10. Examen des facteurs physiologiques qui s'exercent sur la croissance de *N. pungens* et la production d'acide domoïque.

11. Détermination du potentiel de certaines autres espèces de *Nitzschia* à produire de l'acide domoïque.

Toxines responsables de l'intoxication paralysante par les mollusques :

1. Construction et exploitation réussies d'un système de CLHP-fluorescence pour le dosage des toxines de l'IPM, suivant la méthode de Sullivan.

2. Isolement, purification et détermination de certaines toxines de l'IPM à l'échelle du mg afin de permettre l'évaluation de méthodes d'analyse chimique, améliorées ou nouvelles.

3. Fourniture à l'Institut Armand Frappier de certaines toxines de l'IPM en vue de la production d'anticorps monoclonaux ou polyclonaux.

4. Étude de faisabilité pour la production de matériel de référence à base de tissus de pétoncles.

5. Étude du développement de nouvelles méthodes d'isolement et de détection des toxines de l'IPM par CL-SM.

Toxines responsables de l'intoxication diarrhéique par les mollusques :

1. Examen de l'efficacité et de l'applicabilité de la méthode publiée d'analyse de l'acide okadaïque par CLHP-fluorescence du conjugué ADAM.

2. Examen d'autres méthodes analytiques comme la CL-SM pour la détection des toxines de l'IDM.

3. Avec la collaboration du laboratoire du CNRC à Montréal (M. Charles Holmes), évaluation de l'applicabilité et de la fiabilité d'un essai biologique enzymatique applicable aux toxines de l'IDM.

4. Tentative d'obtenir de l'acide okadaïque et d'autres toxines de l'IDM à partir d'autres sources (p. ex., éponges, plancton et crustacés).

5. Étude de faisabilité de la culture des dinoflagellées associé à l'IDM, dans la perspective de raffiner les méthodes d'analyse et d'obtenir des quantités de toxines de l'ordre du mg.

Contact : J.L.C. Wright, Ph.D.
Laboratoire de recherche de l'Atlantqiue
Conseil National de Recherche du Canada
1411 rue Oxford
Halifax, N.É. B3H 3Z1
(902) 426-8275 (bureau); (902) 426-9413 (Fax)

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL, DIRECTION DE LA PROTECTION DE LA SANTÉ

BUREAU D'INNOCUITÉ DES PRODUITS CHIMIQUES

Programmes complétés :

1. Étude conjointe sur une méthode d'analyse de l'acide domoïque dans les moules par CLHP.

2. Participation à une étude inter-laboratoires sur les méthodes d'extraction de l'acide domoïque des mollusques.

3. Présentations de données sur la toxicité de l'acide domoïque chez la souris, le rat et le singe au symposium sur l'acide domoïque tenu à Ottawa en avril 1989. Le compte rendu devrait être bientôt prêt.

Activités en cours :

1. Développement d'anticorps pour l'acide domoïque chez le lapin. La capacité de ces anticorps à servir à la mise au point d'ERI et de tests ELISA pour la détection rapide de l'acide domoïque dans le sang et l'urine est en cours d'évaluation. Les résultats sont encourageants.

2. Participation aux travaux préliminaires d'un projet de collaboration sur la méthode Sullivan employée dans l'analyse des toxines de l'IPM par préparation de dérivés après CL sur colonne (Hungerford, FDA).

3. Étude de méthodes de CLHP de remplacement (préparation de dérivés avant la chromatographie) pour l'analyse des toxines de l'IPM.

4. Travaux préliminaires sur la distribution de l'acide domoïque tritié chez la souris, le rat et le singe. L'acide domoïque marqué au C^{14} serait préférable.

5. Des travaux sur les méthodes d'analyse applicables aux toxines du DSP seront entrepris lorsque les étalons seront disponibles.

Contact : H.B.S. Conacher, Ph.D.
Direction de la protection de la santé
Santé et bien-être social
Ottawa, Ont. K1A OL2
(613) 957-0944 (Bureau); (613) 954-4674 (Fax)

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS

Bien longtemps avant l'intoxication à l'acide domoïque observée en décembre 1987, le ministère des Pêches et des Océans (MPO) avait établi des programmes de surveillance et d'étude des algues nuisibles alors connues. La plus grande partie de la recherche et des mesures de lutte intéressaient les espèces associées à l'IPM, plus particulièrement dans la Baie de Fundy, dans l'estuaire du Saint-Laurent et dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique. La contamination des moules a entrainé la mise en place de nouveaux projets coordonnés suivant une stratégie inter-régionale et visant l'exploitation optimale des ressources. La liste qui suit décrit sommairement les principaux travaux en cours au MPO, en précisant dans quelles régions les projets sont réalisés et quelle famille de toxines ils concernent:

1. **Méthodologie chimique**
   Conception et mise en application de techniques d'analyse et d'épreuves permettant de détecter et de doser les phycotoxines marines (3 projets : Québec, Scotia-Fundy; IPM, acide domoïque).

2. **Dynamique phytoplanctonique**
   Surveillance à grande échelle des poussées phytoplanctoniques nuisibles et étude de leur dynamique; étude des caractéristiques biochimiques, physiologiques et génétiques (8 projets : Golfe, Terre-Neuve, Québec, Scotia-Fundy; IPM, DSP, acide domoïque).

3. **Préférences alimentaires des mollusques (absorption et dépuration)**
   Absorption des phycotoxines marines par les organismes filtreurs et dépuration; comportement trophique (6 projets : Golfe, Québec, Scotia-Fundy; IPM, acide domoïque).

4. **Aspects biologiques et biochimiques de la production de phycotoxines**
   Mécanismes biologiques et biochimiques de la production de toxines, y compris les facteurs régulateurs et les voies biochimiques (4 projets : Golfe, Scotia-Fundy; IPM, DSP, acide domoïque).

5. **Toxicologie aquatique**
   Effets directs des toxines sur les animaux marins, notamment les poissons à l'état larvaire et adultes, et le zooplancton (4 projets : Québec, Scotia-Fundy; IPM, acide domoïque).

6. **Devenir des phycotoxines dans l'environnement**
   Devenir de l'acide domoïque libéré dans l'eau par excrétion ou décomposition cellulaire (1 projet : Scotia-Fundy; acide domoïque).

7. **Programme de la direction générale de l'inspection**
   Grandes opérations régionales de suivi des mollusques en vue de détecter la présence de toxines marines dans les tissus de ces organismes et de prévenir rapidement l'industrie des éventuels risques de contamination (toutes les régions du MPO; IPM, acide domoïque).

En plus de ces projets internes, des études, auxquelles plusieurs chercheurs participent activement, sont réalisées en collaboration avec d'autres organismes; ces travaux portent notamment sur le perfectionnement de certains tests immunologiques et la production d'étalons pour l'analyse des toxines de l'IPM et de l'acide domoïque.

Contact : Jean Worms
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe, Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
(506) 858-2056 (bureau); (506) 857-7732 (Fax)

COLLÈGE VÉTÉRINAIRE DE L'ATLANTIQUE

UNIVERSITÉ DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

Gerry Johnson (CVA; 902-566-0853)

1. Dépuration des moules contaminées à l'acide domoïque
2. Maladie des cellules sanguines chez *Mytilus edulis*.
3. Histopathologie de l'intoxication à l'acide domoïque des moules *Mytilus edulis* de la rivière Cardigan.

M.S. Nijjar (CVA; 902-566-0802) :

1. Dosage de l'acide domoïque dans les moules par CLHP pour orienter les stratégies de gestion de l'industrie.
2. Mise au point d'une méthode de CLHP pour le dosage des toxines de l'IPM et de l'IDM dans des extraits d'organismes aquatiques.
3. Absorption d'acide domoïque, distribution dans les tissus et élimination chez les moules, dans différentes conditions climatiques.
4. Physiologie cellulaire de la neurotoxicité due à l'acide domoïque :
   - absorption du calcium dans les tissus nerveux
   - libération de glutamate par les synaptosomes
   - transmission dans les membranes des neurones, c.-à-d. nucléotides cycliques et enzymes connexes

David Sims (CVA; 902-566-0812) :

1. Recherche de méthodes de fixation optimale pour *Mytilus* et *Nitzschia pungens*.
2. Comparaison histologique d'échantillons de moules et de *Nitzschia pungens* contenant de l'acide domoïque avec des échantillons témoins.
3. Recherche d'ectoparasites et de symbiontes dans le mucus de *Nitzchia pungens*.

R.A.R. (Andy) Tasker (CVA; 902-566-0662) :

1. Cinétique de l'absorption, de la distribution et de l'élimination de l'acide domoïque chez des rongeurs.
2. Pharmacologie de l'acide domoïque administré de façon répétitive à des rongeurs; effets d'autres agonistes et antagonistes.
3. Changements neuro-anatomiques provoqués chez des rongeurs par des agonistes d'acides aminés de l'excitation, notamment l'acide domoïque.
4. Effets de l'acide domoïque sur le comportement conditionné (rétention et acquisition) chez le rat.

L.A. Hanic (U.Î.P.É.; 902-566-0551) :

1. Suivi de *Nitzschia pungens* sur le terrain : présence/absence et concentration (Décembre 1987 - mai 1989).
2. Étude de l'ultrastructure des populations naturelles de *Nitzschia pungens*.
3. Récolte de *Nitzschia pungens* à grande échelle.

Collège vétérinaire de l'Atlantique
Département de pathologie et de microbiologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 4P3

Département de biologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 4P3

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'AQUACULTURE DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

Service de surveillance des moules

Fonctions :

1. Le service fournit aux myticulteurs des renseignements sur le rendement en chair des moules, la fixation du naissain, la température et la salinité dans les principales zones de myticulture de l'Î.-P.-É.

2. Depuis 1988, le service surveille les *Nitzschia pungens* et autres organismes marins nuisibles.

3. Fréquemment, le service fournit des renseignements, réalise des essais sur le terrain et fait le prélèvement d'échantillons à l'intention d'organismes de recherche universitaires et gouvernementaux.

Mode de fonctionnement :

1. À peu près toutes les trois semaines, de mai à décembre, chacun des dix-sept grands estuaires où les moules sont cultivées est visité. Un échantillon d'au moins 30 moules est prélevé, ainsi que 50 litres d'eau qu'on passe dans un filtre de 64 µm. La température et la salinité sont notés.

2. Les moules sont mesurées et leur longueur moyenne calculée. Elle sont ensuite cuites à la vapeur, puis pesées afin de déterminer leur rendement en chair.

3. L'échantillon d'eau est examiné pour déterminer la concentration de larves de moules ainsi que leur taille, pour voir s'il y a des *Nitzschia pungens* et, le cas échéant, à quelle concentration, et, occasionellement, pour détecter certains autres organismes comme les larves d'huîtres ainsi que des organismes causant l'IPM et l'IDM.

4. Le jour suivant, les résultats et, au besoin, des observations et des commentaires, sont envoyés par la poste à tous les myticulteurs de l'estuaire contrôlé. Lorsqu'on trouve des algues marines nuisibles à des concentrations dangereuses, les personnes concernées sont avisées.

5. Un rapport final est préparé à la fin de l'année. Les données concernant chaque estuaire sont résumées sous forme graphique. Ce rapport n'a pas de caractère scientifique mais est destiné, avant tout, à fournir des conseils techniques aux aquaculteurs, dans un langage accessible.

Données historiques :

Depuis 1982, les données recueillies sont conservées sur fiches. On travaille actuellement à informatiser les fichiers et l'on vise à produire des rapports quotidiens et annuels. Lors de la contamination à l'acide domoïque de 1987-1988, les archives du service ont été, pour les organismes de recherche, la seule source de données spécifiques sur les conditions environnementales.

Contact : W. Irwin Judson
Ministère des Pêches et de l'Aquaculture
Case postale 2000
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7N8
(902) 368-5257 (bureau); (902) 892-3420 (Fax)

CONCLUSIONS

Le premier atelier canadien sur les algues marines nocives a fourni aux 133 participants une excellente occasion de se mettre au courant des derniers développements dans le domaine de la recherche sur les phycotoxines marines au Canada. Une bonne partie de cette recherche a été entreprise dans la foulée de la "crise des moules" qui a gravement ébranlé l'industrie aquicole des moilusques en décembre 1987. C'est ce qui explique pourquoi *N. pungens* et l'acide domoïque ont fait l'objet de tellement d'attention ces deux dernières années et pourquoi ils sont à l'origine de tant d'études différentes entreprises par des équipes de recherche partout dans les provinces de l'Atlantique et ailleurs.

Un des principaux objectifs de l'atelier était d'aider le Ministère des Pêches et des Océans à déterminer les lacunes qui pouvaient exister dans les programmes de recherche actuels. Malgré l'impressionnant éventail de sujets abordés durant l'atelier, et compte tenu du son thème précis, un certain nombre de domaines, devant faire l'objet d'une attention spéciale et d'un effort de recherche particulier, ont été identifiés :

1. **Méthodologie chimique :**
   - Purifier des étalons de toxines de l'IPM et de l'IDM.
     Un certain nombre d'études physiologiques et biochimiques ne peuvent avoir lieu faute d'étalons primaires pour la plupart des toxines de l'IPM et de l'IDM.

   - Intercalibrer et étalonner les méthodes d'analyse.
     Ce travail est déjà bien engagé pour ce qui est des toxines de l'IPM et de l'acide domoïque. Il reste beaucoup de recherche à faire dans le cas des toxines de l'IDM avant que des méthodes normalisées et fiables de détection et de dosage soient au point.

   - Évaluer de nouvelles méthodes instrumentales.
     Il faut manifestement développer des méthodes analytiques qui soient plus simples et moins coûteuses que la CLHP ou la CL/SM, présentement en usage.

2. **Dynamique du phytoplancton :**
   - Élucider et normaliser le classement taxonomique des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines, notamment *Nitzschia pungens* et *Dinophysis*.
     La taxonomie de ces genres ainsi que de quelques autres est loin d'être tirée au clair. Il faut des études sérieuses portant sur les fondements génétiques de la présente classification afin de mieux comprendre les mécanismes de production des toxines et la variabilité intraspécifique comme interspécifique.

   - Étudier l'impact potentiel des résidus de l'aquaculture (p. ex., substances nutritives) sur la formation des proliférations d'algues toxiques.
     Il faut étudier les rapports potentiels entre la culture intensive des mollusques et des poissons, et les efflorescences de phytoplancton producteur de toxines.

   - Évaluer le programme en cours de surveillance du phytoplancton à grande échelle et incorporer les résultats dans la planification d'un programme à court terme de moindre importance.
     Un programme de ce genre devrait comprendre des stations de contrôle côtières, loin des sites aquicoles et au moins une station au large, sur le banc Georges par exemple.

- Synthétiser, par modélisation numérique, les données de terrain et de laboratoire recueillies au cours de différentes études sur la dynamique des toxines dans la perspective d'améliorer la prévision des proliférations d'algues toxiques.

La complexité des rapports écologiques justifie le recours à des modèles mathématiques qui permettent d'obtenir une meilleure synthèse et de donner un meilleur aperçu des mécanismes qui participent à la formation et à la disparition des efflorescences de phytoplanctons producteurs de toxines.

3. **Absorption et dépuration des phycotoxines par des mollusques :**

- Intensifier les études portant sur l'absorption et la dépuration.

Bien que certains projets portant sur l'acide domoïque soient déjà en oeuvre, il faut insister sur l'importance de ces études. À titre de prérequis, il est essentiel de maîtriser les techniques de culture de masse des espèces phytoplanctoniques d'intérêt. Ce résultat a été atteint dans le cas de N. pungens *forma* multiseries.

4. **Aspects biologiques et biochimiques de la production des phycotoxines :**

- Développer de méthodes d'isolement et de culture de souches indigènes ou non de *Nitzschia*, d'*Alexandrium*, de *Prorocentrum*, de *Dinophysis* et d'autres espèces productrices de toxines.

Cet aspect constitue un prérequis essentiel à la poursuite d'un grand nombre de projets de recherche, portant notamment sur la production de toxines pour servir d'étalons analytiques, le développement des techniques d'analyse, la cinétique de la production de toxines, l'absorption, la taxonomie, etc. On connaît bien la difficulté d'obtenir des cultures d'espèces qui appartiennent au genre Dinophysis, *mais il semble que ce problème mérite qu'on y mette plus d'efforts.*

- Intensifier les études portant sur la cinétique de production des toxines.

On a déjà obtenu ce résultat, cette année, dans le cas de N. pungens, *qui produit l'acide domoïque. Jusqu'à présent, au Canada, il y a eu très peu d'études portant sur les espèces qui responsables de l'IDM, et des efforts plus importants devraient être faits dans ce sens.*

- Étudier le rôle potentiel des bactéries dans la production de toxines.

Il faut comprendre davantage le rôle possible des micro-organismes exocellulaires ou endocellulaires dans la biosynthèse des phycotoxines marines, grâce à des cultures axéniques et bactérisées. À ce jour, on n'a pas encore obtenu de culture axéniques de N. pungens, *même si de nombreux efforts y ont été consacrés.*

5. **Devenir des phycotoxines dans le milieu :**

- Étudier le devenir des phycotoxines dans le milieu (p. ex., biodégradation), notamment de l'acide domoïque.

On connaît mal la stabilité des phycotoxines dans l'eau de mer ou leur potentiel de biodégradation bactérienne, ainsi que leur possible assimilation par les animaux et les plantes.

6. **Méthodes non instrumentales de détection et de dosage des phycotoxines :**

- Poursuivre la mise au point de trousses d'essais immunologiques.

On sait qu'il est important d'avoir des trousses de détection plus spécifiques et d'utilisation plus facile et plus rapide que les méthodes analytiques traditionnelles. Plusieurs de ces trousses pour la détection de l'acide okadaïque, de la saxitoxine et d'autres toxines responsables de l'IPM, ainsi que de la brévétoxine, sont parvenues à différents stades de mise au point. La recherche dans cette direction est présentement ralentie par un manque d'étalons d'analyse (voir rubrique 1).

- Suivre de près la mise au point d'autres essais biologiques.

  Des essais biologiques d'autres types sont envisagés dans plusieurs pays d'Europe de l'Ouest, étant donné l'interdiction probable des bioessais impliquant des mammifères dans les pays de la CEE; on pense, par exemple, à des tests de cytotoxicité (hépatocytes, ovaires de hamster chinois), aux essais de fixation protéinique, aux essais de mutation accélérée et inverse, etc. Les organismes concernés des États-Unis et du Canada tireront éventuellement profit de ces efforts de recherche.

L'atelier s'est révélé stimulant et informatif. Il a favorisé de nombreuses prises de contact et a permis la mise en commun de nouveaux renseignements utiles. Il est permis d'espérer que cela se traduira par de nouvelles recherches conjointes. Les présentations et les discussions ont montré la nécessité de poursuivre les efforts multidisciplinaires dans les prochaines années. En ce sens, et compte tenu des résultats obtenus par le premier atelier canadien sur les algues marines nocives, le ministère des Pêcheries et des Océans tiendra un événement semblable en 1990. Ce deuxième atelier, organisé par la région Scotia-Fundy de Pêches et Océans aura lieu à l'Institut océanographique Bedford de Dartmouth en Nouvelle-Écosse.

LISTE DES PARTICIPANTS

Amandi, Ify
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3837
Fax: 902-426-7827

Angus, Randy
Ministère des Pêches et des Océans
Station de Recherche de Miminegash
Miminegash, I.-P.-É. C0B 1S0
Téléphone: 902-882-2920
Fax: 902-853-3071

Arsenault, Edmond
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6564
Fax: 506-857-7732

Arseneault, Jacqueline
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2119
Fax: 506-857-7732

Ayer, Steven
Laboratoire de recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-4867
Fax: 902-426-9413

Baadsvik, Ken
Ministère des Pêches et de l'Aquaculture
Case postale 5001
268 Milton Blvd.
St. Stephen, N.-B. E3L 1N8
Téléphone: 506-466-3928
Fax:

Bastien-Daigle, Sophie
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-7748
Fax: 506-857-7732

Bates, Stephen S.
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-3982
Fax: 506-857-7732

Bernard, Terry
Ministère des Pêches et de l'Aquaculture
Case postale 2000
Charlottetown, I.-P.-É.
C1A 7M8
Téléphone: 902-368-5240
Fax: 902-892-3420

Bird, Carolyn J.
Laboratoire de recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-7372
Fax: 902-426-9413

Boghen, Andrew
Faculté des sciences et de génie
Université du Moncton
Moncton, N.-B. E1A 3E9
Téléphone: 902-858-4321
Fax:

Boyd, Jennifer
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-
Fax: 902-566-7848

Bouchard, Nicole
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2060
Fax: 506-857-7732

Bourque, Régis
Directeur, services d'Inspection
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6562
Fax: 506-857-7732

Boyd, Carl M.
Department of Oceanography
Dalhousie University
Halifax, N.É. B3H 4H6
Téléphone: 902-424-2413 ou 3557
Fax:

Boyer, Greg L.
State University of New York
College of Environmental Science
and Forestry
Syracuse, NY 13210
U.S.A.
Téléphone: 315-470-6825
Fax:

Bryan, Clair
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2054
Fax: 506-857-7732

Bugden, Gary L.
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-2960
Fax: 902-426-7827

Burridge, Les
Ministère des Pêches et des Océans
Station biologique de St. Andrews
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-8854
Fax: 506-529-4274

Campbell, Mac
Canadian Broadcasting Corporation
Case postale 2230
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 8B9
Téléphone: 902-566-3591
Fax: 902-368-3118

Cembella, Allan
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli, Québec G5H 3Z4
Téléphone: 418-775-6613
Fax: 418-775-6542

Chaisson, Gerry
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-
Fax: 902-566-7848

Chang, Blythe
Ministère des Pêches et des Océans
Station biologique de St. Andrews
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-8854
Fax: 506-529-4274

Clement, Pierre
ClemCo Consulting
150 Windmill Rd.
Dartmouth, N.É.
Téléphone: 902-465-3799
Fax:

Coffin, David
Ministère des Pêches
Case postale 8700
St. John's, Newfoundland
A1B 4J6
Téléphone: 709-576-3348
Fax:

Comeau, Claude
Ministère des Pêches et des Océans
215 Main St.
Yarmouth, N.É. B5A 1C6
Téléphone: 902-742-1100
Fax:

Conan, Gérard
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6208
Fax: 506-857-7732

Cook, Robert
Directeur
Station biologique de St. Andrews
Ministère des Pêches et des Océans
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-4517
Fax: 506-529-4274

Cormier, Paryse
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2004
Fax: 506-857-7732

Cormier, Roland
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2048
Fax: 506-857-7732

Davidson, Leslie-Anne
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2055
Fax: 506-857-7732

de Freitas, Anthony
Laboratoire de recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-8263
Fax: 902-426-9413

Doucette, Marlene
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-
Fax: 902-566-7848

Elsner, Richard
Assistant au directeur des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6258
Fax: 506-857-7732

Enright, Catherine
Ministère des Pêches
Case postale 2223
Halifax, N.É.
B3J 3C4
Téléphone: 902-424-4560
Fax: 902-424-4671

Fisher, Janet
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-
Fax: 902-566-7848

Forbes, Roderick
Ministère des Pêches et des Océans
Institute of Ocean Sciences
Case postale 6000
Sidney, B.C. V8L 4B2
Téléphone: 604-356-6443
Fax: 604-356-6390 (oper. 604-356-6389)

Foxall, Roger
Director
Laboratoire de Recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-8278
Fax: 902-426-9413

Freeman, Ken
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 550
Halifax, N. É.
B3J 2S7
Téléphone: 902-426-7360
Fax: 902-426-3479

Fryxell, Greta A.
Department of Oceanography
Texas A&M University
College Station, TX 77843-3146
U.S.A.
Téléphone: 409-845-4543 ou 7211
Fax: 409-845-6331

Gagné, Jacques
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli, Québec G5H 3Z4
Téléphone: 418-775-
Fax: 418-775-6542

Gaudet, E.R. (Ted)
Directeur Général de Région
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-7750
Fax: 506-857-7732

Gelinas, Roger
Ministère des Pêches et des Océans
901, Cap Diamant
C.P. 15 500, 3e étage
Québec, Québec G1K 7Y7
Téléphone: 418-648-5877
Fax: 418-648-4470

Gervais, Adrian
Directeur des programmes scientifiques
et techniques
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des services d'Inspection
200 Kent St, Sta. 1100
Ottawa, Ont. K1A 0E6
Téléphone: 613-990-0148
Fax: 613-990-4668

Gillis, Myrna
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des sevices d'Inspection
Case postale 550
Halifax, N.É. B3J 2S7
Téléphone: 902-426-8612
Fax: 902-426-5342

Gordon, Don
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3278
Fax: 902-426-2256

Gracey, John
Editeur
Atlantic Fish Farming
Case postale 790
Montague, I.-P.-É.
C0A 1R0
Téléphone: 902-838-2515
Fax: 902-838-4392

Guildford, Stephanie
Ministère des Pêches et des Océans
Institut des eaux-douces
501 University Cr.
Winnipeg, Manitoba R3T 2N6
Téléphone: 204-983-5225
Fax: 204-983-6285

Haché, Linda
Directeur régional, Communications
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-7757
Fax: 506-857-7732

Harrison, Glen
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3879
Fax: 902-426-7827

Haya, Katsuji
Ministère des Pêches et des Océans
Station biologique de St. Andrews
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-8854
Fax: 506-529-4274

Holmes, Charles
Conseil National de Recherche du Canada
Institut de recherche en biotechnologie
6100, ave. Royal Mont
Montréal, Québec
H4P 2R2
Téléphone: 514-496-6378
Fax: 514-496-6232

Holmes, Elizabeth
Collège vétérinaire de l'Atlantique
Université de l'Île du Prince Edouard
Charlottetown, I.-P.-É.
C1A 4P3
Téléphone: 902-566-0833
Fax: 902-566-0958

Jackson, Bruce
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 270
Black's Harbour, N.-B.
E0G 1H0
Téléphone: 506-456-3376
Fax: 506-456-3818

Judson, Irwin
Gérant de programme, Aquaculture
Ministère des Pêches et de l'Aquaculture
Case postale 2000
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7N8
Téléphone: 902-368-5257
Fax: 902-892-3420

Landry, Gary
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des services d'Inspection
Lab. régional d'Inspection et de Technologie
Case postale 550
Halifax, N.É. B3J 2S7
Téléphone: 902-426-3245 ou 6284
Fax: 902-426-5342

Lanteigne, Marc
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6133
Fax: 506-857-7732

Larocque, Richard
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli, Québec G5H 3Z4
Téléphone: 418-775-6613
Fax: 418-775-6542

Lee, Lorne
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-7807
Fax: 902-566-7848

LeBlanc, Guy
Société Radio-Canada
950, rue Archibald
Moncton, N.-B. E1C 8N8
Téléphone: 902-853-6662
Fax: 902-853-6661

LeBreton, Yvon
Ministère des Pêches et de l'Aquaculture
C.P. 550
200, blvd. J.D. Gauthier
Shippagan, N.-B. E0P 2P0
Téléphone: 506-336-2337
Fax:

Léger, Claude
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-7834
Fax: 506-857-7732

Léger, Debbie
N.-B. Ministère des Pêches et de l'Aquaculture
Case postale 1390
Shediac, N.-B.
E0A 3G0
Téléphone: 506-532-2461
Fax: 506-532-6152

Levesque, Paulette
Bibliothécaire
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6264
Fax: 506-857-7732

Loch, John S.
Directeur régional, Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6257
Fax: 506-857-7732

MacLean, John
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6571
Fax: 506-857-7732

MacLeod, Lincoln
Ministère des Pêches de la Nouvelle Écosse
Case postale 700
Pictou, N.É. B0K 1H0
Téléphone: 902-485-8991
Fax:

MacPhee, Daniel
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown, Î.-P.-É.
C1A 8C3
Téléphone: 902-368-1336
Fax: 902-556-0420

MacPhee, Stephen B.
Directeur régional des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3492
Fax: 902-426-2256

Madhyastha, Sri
Collège Vétérinaire de l'Atlantique
Collège de pathologie et de microbiologie
Université de l'Île du Prince Édouard
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 4P3
Téléphone: 902-566-
Fax: 902-566-0958

Maillet, Paul
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6567
Fax: 506-857-7732

Mann, Ken H.
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Écologie de l'habitat
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3696
Fax: 902-426-7827

Marr, Julie
OceanChem Group
1000 Windmill Rd. Suite 32
Dartmouth, N.É. B3B 1L7
Téléphone: 902-468-2114
Fax: 902-466-5743

Martin, Jennifer
Ministère des Pêches et des Océans
Station biologique de St. Andrews
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-8854
Fax: 506-529-4274

Maynard, Don
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6212
Fax: 506-857-7732

McCulloch, Archie
Laboratoire de recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-2264
Fax: 902-426-9413

McInerney-Northcott, Maureen
Fisheries, Aquaculture & Marine
Research Consultants
36 Tulip St.
Dartmouth, N.É. B3A 2S7
Téléphone: 902-463-4612
Fax:

McLachlan, David
Ministère des Pêches et des Océans
Laboratoire national d'Inspection
2825 Sheffield Rd.
Ottawa, Ont. K1B 3V8
Téléphone: 613-993-8637
Fax: 613-993-8635

Muir, Barry S.
Directeur général, Sciences biologiques
Ministère des Pêches et des Océans
200 rue Kent
Ottawa, Ont. K1A 0E6
Téléphone: 613-990-0271
Fax: 613-990-0293

Murphy, Clair
Ministre de l'environnment de l'Î-P-É.
Case postale 2000
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7N8
Téléphone: 902-368-5036
Fax:

Murphy, Lea
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-7839
Fax: 902-566-7848

Neil, Robert J.
Direction de la Protection de la Santé
Santé et Bien-être social, Canada
1557 Hollis St.
Halifax, N.É. B3J 1V6
Téléphone: 902-426-2160
Fax: 902-426-6676

Nijjar, M.S.
Collège Vétérinaire de l'Atlantique
Collège de pathologie et de microbiologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 4P3
Téléphone: 902-566-0802
Fax: 902-566-0958

Novaczek, Irené
Collège vétérinaire de l'Atlantique
Collège de pathologie et de microbiologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 4P3
Téléphone: 902-566-0836
Fax: 902-566-0958

O'Rourke, Tom
Conseil National de Recherche
35 First Ave.
West Royalty Industrial Park
Charlottetown, I.-P.-É.
C1E 1B0
Téléphone: 902-566-1725
Fax: 902-566-7641

Orr, Ann
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-7922
Fax: 902-426-7827

Pan, Youlian
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Division de l'écologie de l'habitat
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3837
Fax: 902-426-7827

Paranjape, Madhu H.
Ministère des Pêches et des Océans
North Atlantic Fisheries Centre
Case postale 5667
St. John's, Newfoundland
A1C 5X1
Téléphone: 709-772-6184
Fax: 709-772-4347

Pauley, Kevin
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2119
Fax: 506-857-7732

Penney, Randy
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches de l'Atlantique nord
Case postale 5667
St. John's, Terre Neuve
A1C 5X1
Téléphone: 709-772-4704
Fax: 709-772-4347

Perl, Trish
College of Medicine
Department of Internal Medicine
Division of Clinical Epidemiology
The University of Iowa
Iowa City, Iowa 52242
U.S.A.
Téléphone: 319-356-0551
Fax: 319-356-9608

Percy, Margaret
Navy Pool Consultants
Jeddore Oyster Pond
Halifax County, N.É.
B0J 1W0
Téléphone: 902-889-2260
Fax:

Petitclerc, Luce
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6566
Fax: 506-857-7732

Pluze, Jean
Directeur, Direction de l'océanographie
et des contaminants
Ministère des Pêches et des Océans
200, rue Kent
Ottawa, Ont.
K1A 0E6
Téléphone: 613-990-0304
Fax: 613-990-0293

Pocklington, Roger
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-8880
Fax: 902-426-7827

Power, Pat
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-7825
Fax: 902-566-7848

Quilliam, Mike
Laboratoire de recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-9736
Fax: 902-426-9413

Railing, Geoff
Diagnostic Chemicals Ltd.
West Royalty Industrial Park
Charlottetown, I.-P.-É.
C1E 1B0
Téléphone: 902-566-1396
Fax: 902-566-2498

Richard, Don
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 270
Black's Harbour, N.-B.
E0G 1H0
Téléphone: 506-456-3376
Fax: 506-456-3818

Reid, Gary R.
Diagnostic Chemicals Ltd.
West Royalty Industrial Park
Charlottetown, I.-P.-É.
C1E 1B0
Téléphone: 902-566-1396
Fax: 902-566-2498

Robineau, Brigitte
GIROQ
Université Laval
Pavillon Vachon
Québec, Québec G1K 7P4
Téléphone: 418-775-2562
Fax: 418-656-5902

Scarratt, David J.
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 550
Halifax, N.É.
B3J 2S7
Téléphone: 902-426-7148
Fax: 902-426-3479

Selvin, Rhonda
Center for Culture of Marine Phytoplankton
Bigelow Laboratory for Ocean Sciences
McKown Point
West Boothbay Harbor, Maine 04575
U.S.A.
Téléphone: 207-633-2173
Fax: 207-633-6584

Sephton, Thomas
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2053
Fax: 506-857-7732

Shumway, Sandra
Maine Department of Marine Resources
Marine Resources Laboratory
McKown Point
West Boothbay Harbor, Maine 04575
U.S.A.
Téléphone: 207-633-5572
Fax: 207-633-7109

Sims, David
Collège Vétérinaire de l'Atlantique
Collège de pathologie et de microbiologie
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 4P3
Téléphone: 902-566-0812
Fax: 902-566-0958

Sims, Gaye G.
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des services d'inspection
Case postale 550
Halifax, N.É. B3J 2S7
Téléphone: 902-426-4261
Fax: 902-426-5342

Sirota, Gary
OceanChem Group
1000 Windmill Rd
Suite 32
Dartmouth, Nova Scotia
Téléphone: 902-468-2114
Fax: 902-466-5743

Smayda, Theodore J.
Graduate School of Oceanography
University of Rhode Island
Narragansett Bay Campus
Kingston, RI 02882-1197
U.S.A.
Téléphone: 401-792-6171
Fax: 401-792-6160

Smith, John C.
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-3827
Fax: 506-857-7732

Smith, Robert W.
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des services d'inspection
200 rue Kent, Sta. 1100
Ottawa, Ont. K1A 0E6
Téléphone: 613-990-0179
Fax: 613-993-8635

Somers, Wayne
Président
P.E.I. Mussel Growers' Association
Murray Harbour, I.-P.-É. C0A 1Y0
Téléphone: 902-962-3378 ou -2571
Fax:

Spry, Jeffery A.
Sprytech Biological
Case postale 53
Elmsdale, N. É.
Téléphone: 902-883-8969
Fax:

Stasko, Alvars B.
Dir. associé, Recherche sur les Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
200 rue Kent
Ottawa, Ont. K1A 0E6
Téléphone: 613-990-7391
Fax: 613-990-0293

Stephen, Stephen
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 270
Black's Harbour, N.-B.
E0G 1H0
Téléphone: 506-456-3376
Fax: 506-456-3818

Stephenson, Mary
Ministère des Pêches et des Océans
Station de recherche de Miminegash
Miminegash, I.-P.-É. C0B 1S0
Téléphone: 902-882-2920
Fax: 902-853-3071

Subba Rao, D.V.
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Océanographique de Bedford
Case postale 1006
Dartmouth, N.É. B2Y 4A2
Téléphone: 902-426-3837
Fax: 902-426-7827

Surette, Charles
Ministère des Pêches et des Océans
215 Main St.
Yarmouth, N.É. B5A 1C6
902-742-1100
Téléphone: 902-742-1100
Fax:

Therriault, Jean-Claude
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli, Québec G5H 3Z4
Téléphone: 418-775-6595
Fax: 418-775-6542

Todd, Ewen
Bureau des Risques microbiens
Direction de la Protection de la Santé
Santé et Bien-être social, Canada
Ottawa, Ont. K1A 0L2
Téléphone: 613-957-0887
Fax: 613-954-4674

Trueman, Stephen
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 270
Black's Harbour, N.-B.
E0G 1H0
Téléphone: 506-456-3376
Fax: 506-456-3818

Van Eeckhaute, Lutgarde
Ministère des Pêches et des Océans
Inspection Branch
Case postale 270
Black's Harbour, N.-B.
E0G 1H0
Téléphone: 506-456-3376
Fax: 506-456-3818

Walwood, Brenda
Ministère des Pêches et des Océans
Station biologique de St. Andrews
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-8854
Fax: 506-529-4274

Watson-Wright, Wendy
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des services d'inspection
Case postale 550
Halifax, N.É. B3J 2S7
Téléphone: 902-426-7754
Fax: 902-426-5342

Whalen, Dick
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-857-6568
Fax: 506-857-7732

White, John M.
Ministère des Pêches et des Océans
Case postale 1236, Riverside Dr.
Charlottetown, I.-P.-É. C1A 7M8
Téléphone: 902-566-
Fax: 902-566-7848

Wildish, Dave
Ministère des Pêches et des Océans
Station biologique de St. Andrews
St. Andrews, N.-B. E0G 2X0
Téléphone: 506-529-8854
Fax: 506-529-4274

Windust, Anthony
Department of Biology
Dalhousie University
Halifax, N.É. B3H 4H6
Téléphone: 902-426-8275
Fax: 902-426-9413

Worms, Jean
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des Pêches du Golfe
Case postale 5030
Moncton, N.-B. E1C 9B6
Téléphone: 506-858-2056
Fax: 506-857-7732

Wright, Jeffrey L.C.
Laboratoire de recherche de l'Atlantique
Conseil National de Recherche du Canada
1411 Oxford St.
Halifax, N.É. B3H 3Z1
Téléphone: 902-426-8275
Fax: 902-426-9413

LISTE DES AUTEURS

Angus, R.B. 13, 16
Barter, J. 29 (A)
Bates, S.S. 13, 14, **15**, 16
Bird, C.J. 31 (A)
Bourque, R. **27**
Boyd, C.L. **18**
Burns, B.G. 30 (A)
Burridge, L.E. **12**, 17, 18
Cembella, A.D. **27**
Cormier, P. 13, 16
Cormier, R. 27, 30 (A)
de Freitas, A. **14**, 15
Denman, K.L. 11
Draper, C. 29 (A)
Forbes, J.R. 11
Friesen, D. 31 (A)
Gainey, L. 29 (A)
Gilgan, M.W. 30 (A)
Gordon, D.C. Jr. **14**
Hanic, L.A. 13, 30 (A), 31 (A), 32 (A)
Haya, K. 12, **17**, 18
Hungerford, J.M. 18
Kristmanson, D.D. 16
Landry, G.L. 30 (A)
MacPhee, D.D. 31 (A)
Maranda, L. 31 (A)
Marr, J.C. 28
Martin, J.L. **12**, **17**, 18, 31 (A)
Myers, S. 16
Novaczek, I. **19**
Pauley, K. 13, 32 (A)
Perl, T. **26**
Pleasance, S. 28
Pocklington, R. 14, 15, 28
Quilliam, M.A. 13, **28**
Scarratt, D.J. **19**
Sephton, T. 13
Shapiro, L. 29 (A)
Sherman-Caswell, S. 29 (A)
Shumway, S. **25**, 29 (A)
Sims, D.E. 31 (A)
Smayda, T.J. **11**
Smith, J.C. **13**, 16, 32 (A)
Somers, W. **28**
Stephenson, M.F. 16
Sullivan, J.J. 17
Todd, E. **19**
Waiwood, B.A. 12, 17, **18**
White, J.L. 17
Wildish, D.J. 12, **16**
Windust, A. 32 (A)
Worms, J. 13, 32 (A)
Wright, J.L.C. 14, 32 (A)
Xie. M. 28
Zitko, V. 18

les numéros de page en caractères **gras** indiquent que cet auteur a fait la présentation.

(A) = Présentation d'affiches.